



KIINTEISTÖAUTOMAATIO- JÄRJESTELMÄN LIITTÄMINEN EVALVOMOON

Mika Anoschkin

Opinnäytetyö
Huhtikuu 2014
Talotekniikan koulutusohjelma
Sähköinen talotekniikka

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Talotekniikan koulutusohjelma
Sähköinen talotekniikka

MIKA ANOSCHKIN:

Kiinteistöautomaatiojärjestelmän liittäminen eValvomoon.

Opinnäytetyö 68 sivua, joista liitteitä 29 sivua
Huhtikuu 2014

Opinnäytetyön tilaajana oli Schneider Electric Buildings Finland Oy. Tavoitteena oli tutkia uuden kiinteistöautomaatiojärjestelmän integrointia eValvomoon. Tutkimusten pohjalta tuotettiin Schneider Electricin sisäiseen käyttöön ohjeistus järjestelmäliitoksen tekemisestä. Opinnäytetyössä käsitellään tehdyn ohjeen lisäksi myös tutkimukset ja niiden tulokset.

Testiympäristö rakentui valvomo-ohjelmistosta ja SmartStruxure Lite-laitteesta, joiden välistä yhteyttä tutkittiin. Projektin aluksi määriteltiin tutkimuksessa käytettävät siirtoprotokollat ja valintaperusteet, siirtoprotokolliksi valikoituivat BACNet/IP ja EWS. Valintaperusteista tärkeitä olivat erityisesti hälytysobjektien ja aikaohjelmien oikeanlainen siirtyminen.

Tuloksista ilmeni, ettei kumpikaan tutkittavista protokollista kata kaikkia tarpeita yksinään. Protokollan valinta harkitaan kohdekohtaisesti tarvittavien ominaisuuksien ja yhteystyyppien pohjalta. Liitosohjeessa käsitellään molemmat tutkitut protokollat.

Projektin tärkein tehtävä oli, että SmartStruxure Lite-laitteet voidaan lanseerata vuoden 2014 aikana Suomen markkinoille laadukkaana ja hyvin toimivana automaattioratkaisuna.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Building Services Engineering
Option of Electrical Building Services

MIKA ANOSCHKIN:

Integration of Building Automation System to Webhost Service

Bachelor's thesis 39 pages, appendices 29 pages

April 2014

This thesis was commissioned by Schneider Electric Buildings Finland Oy. The objective was to study the integration of a new building automation system to Webhost service. Based on the studies an integration manual was created. Besides the manual the thesis also handles the studies carried out and their results.

The test environment included building management software and Smart Struxure Lite Manager, and the study looked into the integration of these two systems. At the beginning we outlined the data transfer protocols and the criteria they had to meet. The selected protocols were BACNet/IP and EWS. The important arguments were the transfer of alarm and timetable objects.

The results indicated that neither of the protocols was good enough alone. The protocol has to be chosen target by target, depending on the features and connections needed. The manual covers both protocols.

The important task of this project was to enable the launch of Smart Struxure Lite product line on the Finnish market during the year 2014 as a high-quality and well-functioning automation solution.

Key words: building automation, integration, data transfer protocol

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	7
1.1	Tausta ja tavoitteet	7
1.2	Projektin suoritusryhmä	8
1.3	Projektin aikataulu	8
2	Tutkimuslaitteisto	9
2.1	SmartStruxure Lite	9
2.1.1	MPM-UN Multipurpose Manager.....	10
2.1.2	MPM-VA VAV Manager	11
2.1.3	MPM-GW Wireless Manager	11
2.1.4	Building Expert	12
2.2	Valvomo-ohjelmisto	14
2.2.1	Enterprise Server	14
2.2.2	Automation Server	17
2.3	Kenttälaitteet	17
3	Testiympäristö	18
4	Tutkimuksen siirtoprotokollat	19
4.1	Modbus	19
4.2	BACNet/IP	20
4.3	Ecostruxure Web Service.....	21
5	Valintakriteerit.....	22
6	Toimintakokeet.....	23
6.1	Peruspisteet	24
6.2	Siirtointervallit	25
6.3	Aikaohjelmat.....	26
6.4	Hälytykset	28
6.5	Trendit.....	29
6.6	Yhteenveto	30
7	Yhteystyypit	31
7.1	Julkinen verkkoyhteys	31
7.2	Private 3G	32
8	Tietoturva	33
9	Lopputulos.....	37
	LÄHTEET	39
	LIITTEET	40
	Liite 1. Projektin aikataulu	40
	Liite 2. SmartStruxure lite järjestelmän liitosohje (sivut 42-68).....	41

LYHENTEET JA TERMIT

3G-Private APN	Suljettu verkkoyhteystyyppi, joka hyödyntää 3G-teknologiaa
AS	Automation Server. Linux-pohjainen erillinen laite, joka sisältää valvomo-ohjelmiston
BACNet/IP	Tiedonsiirtoprotokolla, jota projektissa tutkitaan
BBMD	BACNet Broadcast Management Device, olio tai laite, jonka avulla BACNet laitteet voivat keskustella aliverkosta toiseen
BMS	Building Management System. Rakennuksen hallintajärjestelmä
Building Expert	MPM-laitteen käyttöliittymä
CAN-väylä	Controller Area Network, tiedonsiirtoväylä, jota työssä tutkittiin
EnOcean	Langaton standardisoitu protokolla, jolla MPM-laiteeseen voi liittää kenttälaitteita
ES	Enterprise Server. Windows käyttöjärjestelmälle asennettava taustalla toimiva palvelin
eValvomo	Schneider Electricin tuotenimi etävalvomolle, jossa kohteiden tietokannat ovat heidän palvelimillaan
EWS	Ecostruxure Web Service. Protokolla, jota käytetään MPM laitetta valvomoon liitettäessä
HMI	Human Machine Interface, Jonkin laitteen käyttöliittymän yleisnimi

HTML	Hypertext Markup Language, standardisoitu kuvauskieli, joka tunnetaan erityisesti Internet sivustojen kuvauskielenä
HTTP	Hypertext Transfer Protocol, siirtoprotokolla, jota selaimet ja palvelimet käyttävät tiedonsiirtoon
HTTPS	Hypertext Transfer Protocol Secure, siirtoprotokolla, joka sisältää tiedon suojauksen
IP-Osoite	Numerosarja, joka yksilöi jokaisen Internet-verkkoon kytketyn laitteen
Lonworks	Tiedonsiirtoväylä, jota työssä tutkitaan
Modbus	Tiedonsiirtoprotokolla, jota projektissa tutkitaan
MPM	Multi Purpose Manager. Yleisnimi SmartStruxure Lite sarjan laitteille, jotka hallinnoivat kenttälaitteita
MPM-UN	Tässä työssä käytössä ollut MPM-laite
StruxureWare	Schneider Electricin tuoteperheen nimi, sisältää SmartStruxure-laitteet ja Building Operation system valvomo-järjestelmän
oBIX	Open Building Information Xchange, tiedonsiirtoformaatti, jota työssä tutkitaan
XML	Extensible Markup Language, HTML-kuvauskielen tapainen formaatti, jota tietyt järjestelmät käyttävät välittäessään tietoa toisilleen
ZigBee	Protokolla, jota käytetään MPM laitteita toisiinsa linkittäessä

1 JOHDANTO

Johdannossa esitellään projekti ja sen luonne, sekä projektiin osallistuneet tahot. Myös projektin ja tuotelanseerauksien aikataulu käydään läpi.

1.1 Tausta ja tavoitteet

Opinnäytetyö on tutkimusraportti SmartStruxure Lite-järjestelmän liittamisestä eValvomoon. Tavoitteena on määrittää paras mahdollinen tapa integroida järjestelmä valvomoon ja luoda ohje liitoksen tekemisestä. Ohje tehtiin Schneider Electricin sisäiseen käyttöön, mutta opinnäytetyö on kokonaisuudessaan julkinen. Liitosohje on tämän opinnäytetyön liite numero 2.

SmartStruxure Lite on Schneider Electricin uusi kiinteistöautomaatiojärjestelmäkonsepti, joka on suunniteltu erityisesti pieniin ja keskisuuriin kohteisiin. Lisäksi järjestelmä mahdollistaa myös hybridiautomaatiokohteet, joissa hyödynnetään sekä kenttäväylää, että yleiskaapelointia samassa kokonaisuudessa. Järjestelmää kannattaa käyttää rakennusautomaation lisänä kustannustehokkuutensa takia. Suurin kustannustehokkuutta edistävä tekijä on kaapeloinnin merkittävä vähentyminen, koska SmartStruxure Lite-järjestelmä tukee monipuolisesti langattomia kenttälaitteita. Yritysosasta johtuen, SmartStruxure Lite-laitteiden ja Valvomo-ohjelmiston tuotekehitys on tapahtunut toisistaan erillään. Näin ollen, ei yhteistä keskustelukieltä ole vielä päätetty.

(Lähde: Schneider Electric, SSLite_Brochure_998-1200480_GMA-GB-WEB.pdf)

Tämän projektin tarkoitus on määrittää paras mahdollinen keino integroida automaatiojärjestelmä eValvomoon ja luoda ohjeistus uusien kohteiden liittamisestä palvelimille. Lisäksi tarkoituksena on kirjata ylös integraatioon liittyvät rajoitukset. Samaa tutkimusta voidaan hyödyntää paikallisissa valvomoissa, joissa on käytössä Schneider Electricin Automation Server, koska tuotantopalvelimilla olevien Enterprise Server ohjelmistojen toiminta on samankaltainen.

1.2 Projektin suoritusryhmä

Schneider Electricin yhteyshenkilöinä toimivat Timo Silver, Kari Helenius ja Tomi Sammalniemi. Tampereen ammattikorkeakoulun ohjaavana opettajana toimi Veijo Piikkilä. Oma roolini hankkeessa piti sisällään tutkimustyön, sen raportoinnin ja liitosohjeen kirjoittamisen.

1.3 Projektin aikataulu

Ensimmäinen tapaaminen oli 1.11.2013, Schneider Electricin tiloissa. Aiheina oli projektin tavoitteiden tarkentaminen, aikataulun suunnittelu ja tarvittavien laitteiden määrittely. Projekti luotiin kokouksessa Schneider Electricin Teamwork verkkopalveluun, jossa projektiin liittyvät henkilöt voivat yhteisesti jakaa tiedostoja, aikatauluja ja seurata projektin etenemistä.

Projekti aikataulutettiin suunniteltujen työvaiheiden arvioidun työmäärän perusteella niin, että opinnäytetyöraporttia täydennetään jokaisen työvaiheen jälkeen. Kyseinen aikataulu on esitetty tämän työn liitteenä numero 1. Varsinainen työ aloitettiin tutkimuslaitteistoon tutustumalla.

(Lähde: Projektin aloituspalaveri, 1.11.2013)

2 Tutkimuslaitteisto

Tutkimuslaitteisto koostui kahdesta pääkomponentista, SmartStruxure Lite-Manager laitteesta ja valvomo-ohjelmistosta. Vähemmän merkittäviä laitteistokomponentteja olivat Ethernet- ja virtakaapelit sekä tietokone. Tässä luvussa esitellään nämä järjestelmät ominaisuuksien, teknisten tietojen ja käyttöliittymien osalta.

2.1 SmartStruxure Lite

Nykyiset markkinoilla olevat automaatioratkaisut on suunniteltu vastaamaan suurten ja teknisesti vaativien kiinteistöjen tarpeita, tästä johtuen ne eivät välttämättä skaalaudu teknisiltä vaatimuksiltaan yksinkertaisempiin ja pienempiin kohteisiin. Esimerkkejä näistä kiinteistöistä ovat ravintolat ja pienet hotellit. SmartStruxure Lite tarjoaa uudentyyppisen mahdollisuuden hankkia kustannustehokkaasti monipuolinen kiinteistöautomaatiojärjestelmä pieneen tai keskisuureen kiinteistöön.

Markkinaosuutena pienet ja keskisuuret kiinteistöt muodostavat suuren osan kaikista kiinteistöistä. SmartStruxure Lite-laitteilla voidaan kiinteistössä hallita lämmitystä, ilmastointia, jäähdytystä, valaistusta ja mittarointia. SmartStruxure Lite sarjaan kuuluu myös kenttälaitteita, mutta tässä työssä keskitytään Manager laitteisiin, jotka liitetään valvomoon.

Manager eli MPM-laitteet ovat laitteita, joihin kenttälaitteet kytketään. MPM-laitteita toisiinsa linkittämällä rakennetaan koko kiinteistön kattava verkko. Toisiinsa MPM-laitteet linkittyvät ZigBee protokollaa käyttäen, muodostaen Mesh-verkon, jossa tiedon kulku on varmistettu useammalla mahdollisella siirtotiellä. Mesh-verkon tiedonsiirtoperiaate on esitetty kuvassa 1.



KUVA 1. Mesh-verkko

Seuraavassa esitellään kolme MPM-laitetta. Näistä MPM-UN Multipurpose manager käydään tarkemmin läpi, koska tätä laitetta käytettiin projektin testilaitteena.

(Lähde: Schneider Electric, MPM-InstallationInstructions_A4.pdf)

2.1.1 MPM-UN Multipurpose Manager

MPM-UN-laitteessa (kuva 2), kuten muissakin MPM-laitteissa, on oma selainkäyttöliittymä (Building Expert). Monipuolisten liitännöjen ja protokollatukien ansiosta laitetta voi kuitenkin käyttää myös kolmannen osapuolen erillisellä valvomolla. MPM-laitteet toimivat omina kiinteistöautomaatioalakeskuksinaan, joihin kenttälaitteilta tuleva data lähetetään. Perustiedot MPM-UN-laitteen liitännöistä ja tuetuista protokollista on esitetty alla.

Fyysiset liitännät:

6 kpl sisäänmeno liityntää (analog. tai digit.)

4 kpl analogia ulostuloja

2 kpl digitaalisia ulostuloja

LAN-liitäntä

RS-485-liitäntä

CANbus-liitäntä

Paikka virtalähteelle

Tuetut protokollat:

BACNet/IP (Ethernet)

EWS (Ethernet)

MODBUS (RS-485)

EnOcean (Wireless)

ZigBee (Wireless)



KUVA 2. MPM-UN-laite

(Lähde: Schneider Electric, MPM-InstallationInstructions_A4.pdf)

2.1.2 MPM-VA VAV Manager

MPM-VA-laite (kuva 3) on muunnos MPM-UN-laitteesta. Tässä laitteessa on samojen kytkentöjen ja ominaisuuksien lisäksi integroitu mukaan toimilaite. MPM-VA-laite sijoitetaan fyysisesti kentällä olevan taloteknisen järjestelmän venttiilin tai sulkupellin viereen ja lisäosassa olevan toimilaite toimii toimiyksikön osana liikuttaen toimielintä. (Lähde: Schneider Electric, MPM-InstallationInstructions_A4.pdf)



KUVA 3. MPM-VA-laite

2.1.3 MPM-GW Wireless Manager

MPM-GW-laitteeseen (kuva 4) voi kytkeä ainoastaan langattomia kentälaitteita, jotka käyttävät ZigBee tai EnOcean protokollaa. Esimerkiksi pienissä saneerauskohteissa voidaan muutamalla MPM-GW-laitteella rakentaa itsenäinen kiinteistöautomaatiokokonaisuus. Erityisen hyvin järjestelmä soveltuu ilmasto-olosuhteiden seurantaan.

(Lähde: Schneider Electric, MPM-InstallationInstructions_A4.pdf)



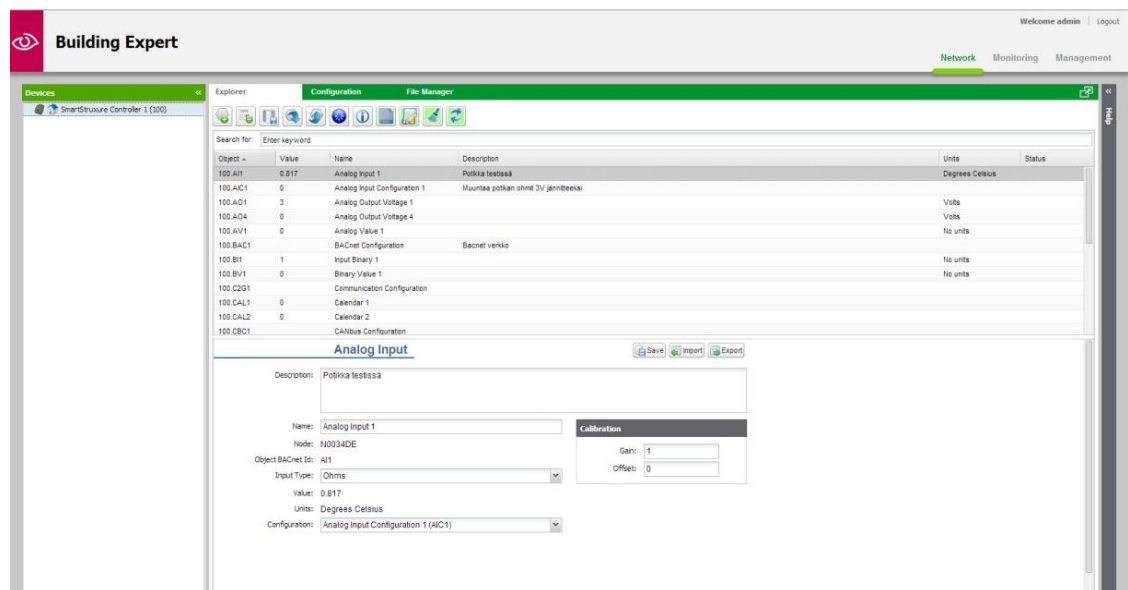
KUVA 4. MPM-GW-laite

2.1.4 Building Expert

Building expert on MPM-laitteeseen sisäänrakennettu selainkäyttöliittymä (kuva 5). Toisin sanoen Building Expert ei ole erillinen ohjelmisto, joka asennettaisiin tietokoneelle, vaan MPM-laitteeseen pääsee tekemään muutoksia ja luomaan tietokannan internet-selaimen avulla. Tietokoneen ja MPM-laitteen ollessa samassa aliverkossa, selaimen osoiteriville kirjoitetaan MPM-laitteen IP-osoite ja kirjaututaan avautuvalta sivulta Building Experttiin. Käyttöliittymällä luodaan kohteen tietokanta, sekä voidaan myös ylläpitää sitä. Esimerkiksi monitorointia luoduista trendeistä voidaan hallita suoraan Building Expertin avulla.

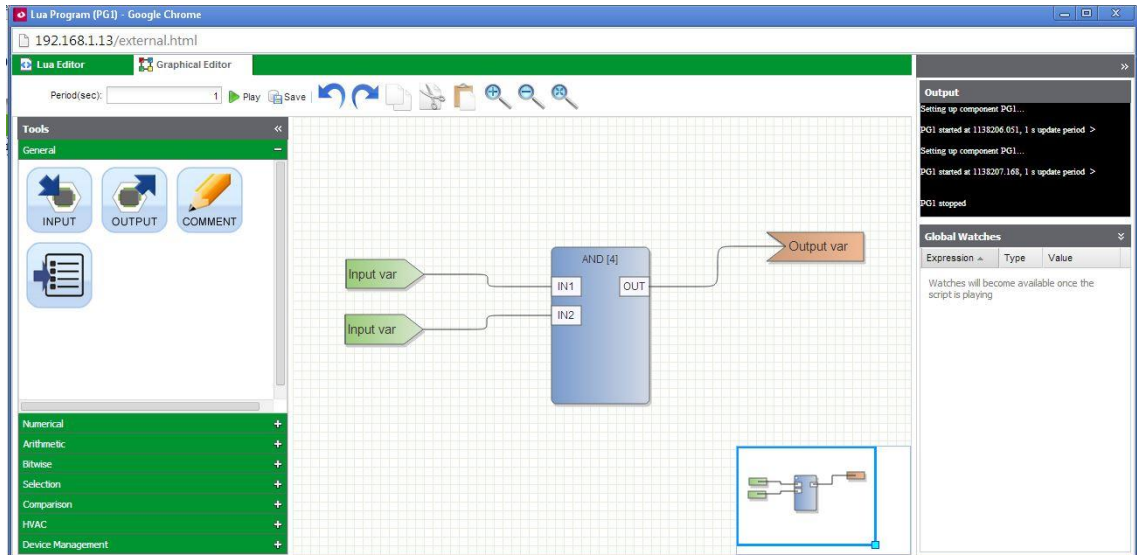
(Lähde: Schneider Electric, 6 - StruxureWare™ Building Expert - Document Repository - Smartstruxurelite Documentation)

Koska kyseessä on selainkäyttöliittymä, voidaan MPM-laite kytkeä myös suoraan Internetiin. Schneider Electric ei kuitenkaan tietoturvasyistä suosittele kenttälaitteiden kytkemistä julkiseen verkkoyhteyteen.



KUVA 5. Building Expert perusnäkymä

Kohteen monimutkaisten prosessien ohjelmointi Building Expertillä tapahtuu LuaProgram ohjelmointityökalun avulla (kuva 6). Ohjelmoinnin voi suorittaa joko perinteistä lausekielistä ohjelmointia käyttäen tai graafista käyttöliittymää käyttämällä. Ohjelmoijan ei siis välttämättä tarvitse osata ohjelmointikieliä.



KUVA 6. LuaProgram-ohjelmointityökalu

Kohteen tietokannan ylläpidon lisäksi Building Expertillä ylläpidetään myös MPM-laitteen tukemien protokollien asetuksia. Tämän käyttöliittymän avulla hoidetaan myös MPM-laitteiden järjestelmäpäivitykset sekä IP-osoitteiden muutokset. Tässä Projektissa käytettiin Building Expertin ohjelmistoversiota 2.10.

(Lähde: Schneider Electric, 7 - Lua Programming Guide - Document Repository - Smartstruxurelite Documentation, Luettu 26.4.2014)

2.2 Valvomo-ohjelmisto

Valvomo-ohjelmistolla tarkoitetaan tässä työssä Schneider Electricin Building Operation järjestelmää, josta oli käytössä järjestelmäversio 1.4. Valvomo ja MPM-laitteet ovat molemmat osa StruxureWare for Building Operation tuoteperhettä.

Erillisen valvomo-ohjelmiston käyttö, Building Expert käyttöliittymän sijaan, mahdollistaa kohteiden tietokantojen tuomisen Schneider Electricin palvelimille ja täten keskitetyn ja valvotun ylläpidon. Käyttäjän kannalta tämä tarkoittaa sitä, ettei erillistä valvomokonetta enää tarvita. Kohteen tietoja pääsee tutkimaan miltä tahansa Internet-yhteyden omaavalta tietokoneelta. Tämän lisäksi valvomo-ohjelmiston käyttö mahdollistaa SmartStruxure Lite-laitteiden käytön samassa kohteessa yhdessä muiden automaatiolaitteiden kanssa. Valvomoita on kahta eri tyyppiä, Automation Server ja Enterprise Server, näistä seuraavaksi. Tarkemmin esitellään Enterprise server, jota tässä työssä ja eValvomoympäristössä käytetään.

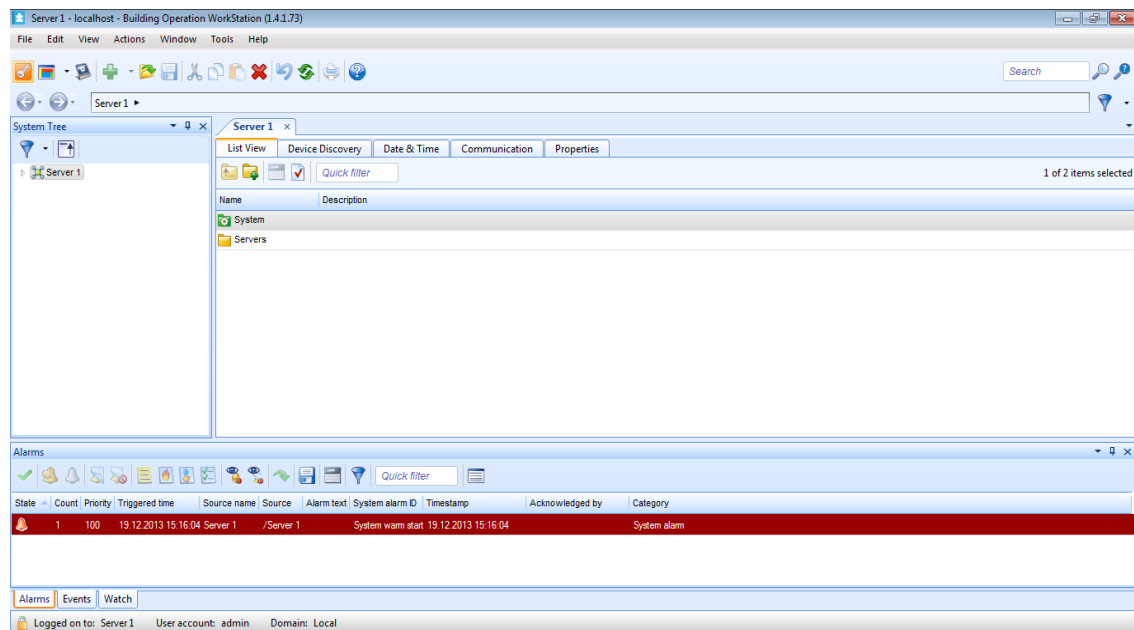
(Lähde: Schneider Electric, WWW-sivusto, Building Operationin Web-ohje)

2.2.1 Enterprise Server

Enterprise Server on Windowsille asennettava ohjelmisto, joka toimii palveluna taustalla. Tämä ohjelma tekee testiympäristön koneesta tai palvelinkoneesta palvelimen, johon voi ottaa yhteyttä muilla järjestelmillä. Valvomokokonaisuus muodostuu kuitenkin useammasta pienestä ohjelmistosta, jotka esitellään seuraavaksi.

SmartStuxure Workstation

Workstation on valvomon käyttöliittymä. Workstationin avulla tehdään myös linkitys MPM-laitteeseen. Yhdelle palvelimelle on aina oma Workstationinsa, jonka avulla huolehditaan esimerkiksi käyttäjien oikeuksista kohteisiin ja hälytyksien tulemisesta heille tarvittaessa. Workstationin perusnäkö on esitetty alla, kuvassa 7.



KUVA 7. Workstationin perusnäkö

License Administrator

License Administratorin tehtävä on valvoa, että Workstationia käyttävillä henkilöillä on voimassa oleva lisenssi käyttöön. Lisenssi haetaan kuukausittain Shneider Electricin sisäisestä intranetistä omien, jokaiselle työntekijälle jaettavien tunnusten avulla. Näin varmistetaan esimerkiksi siitä, että työsuhteen jälkeen henkilöille ei jää oikeutta käyttää järjestelmää. Asiakkaat käyttävät valvomoa ilman lisenssiä Internet-selaimen avulla osoitteessa evalvomo.fi.

Device Administrator

Device Administrator ohjelman avulla voidaan tuoda laitteiden tietoja valvomon käyttöön. Laitteiden tiedot tuodaan samaan tapaan kuin License Administratorin lisenssit, erillisenä tiedostona. Tuonnin jälkeen laitteiden tietoja voi käyttää Workstationilla ohjelmointia tehdessä.

Software Administrator

Software Administratorin on Enterprise Server palvelun käyttöliittymä, jonka avulla ylläpidetään ja muutetaan palvelimen asetuksia. Esimerkiksi valvomon käyttämät HTTP ja HTTPS portit saa määriteltä täältä.

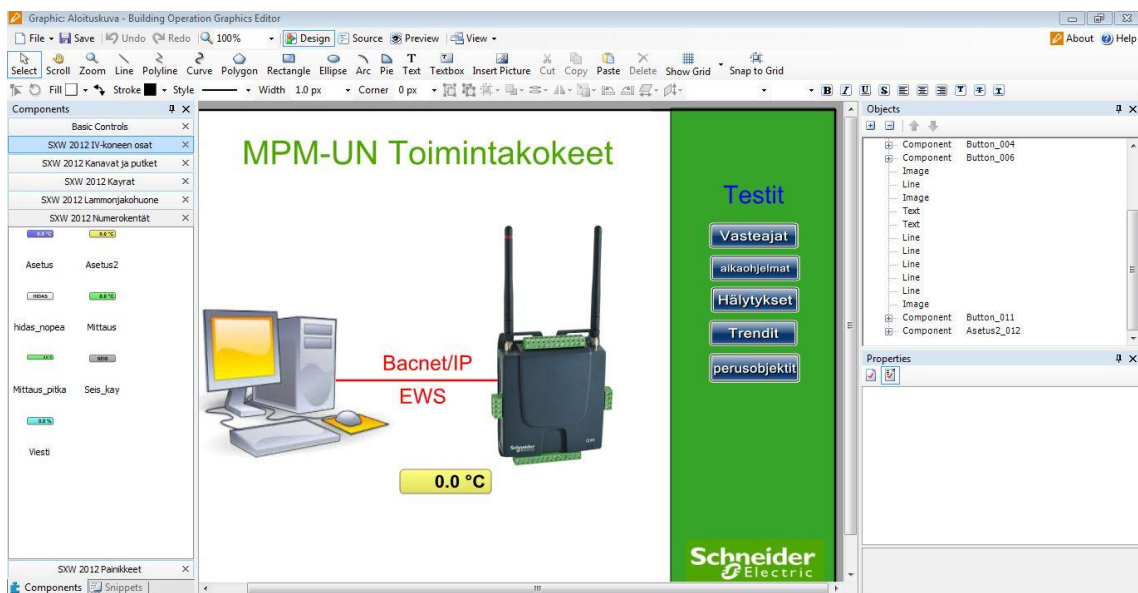
Funtion Block Editor

Function block Editor on ohjelma, jonka avulla voidaan luoda graafisia ohjelmointeja taloteknisiin järjestelmiin. Toiminta on samankaltainen kuin Building Expertin luvussa 2.1.4 esitetyllä LuaProgram ohjelmistolla

Graphic Editor

Graphic Editor on ohjelma, jonka avulla luodaan valvomografiikat. Luvussa kuusi esitetyt, toimintakokeissa käytetyt valvomografiikat on tehty käyttäen tätä ohjelmaa. Graphic Editorin perusnäkö on esitetty alla olevassa kuvassa 8.

(Lähde: Schneider Electric, WWW-sivusto, Building Operationin Web-ohje)



KUVA 8. Graphic Editorin perusnäkö

2.2.2 Automation Server

Automation Server (kuva 9) on erillinen Linux pohjainen SmartStruxure sarjan laite, joka sisältää monia samoja ominaisuuksia ja toimintoja kuin Enterprise Server ohjelmisto. Automation Server luo kohteeseen oman palvelimen ja valvomon, jota voi käyttää tietokoneella Automation Serverin IP-osoitteen avulla. Tässä projektissa luotavaa SmartStruxure Lite-järjestelmän liitosohjetta voi siis käyttää myös MPM-laitetta AS:n liitettäessä. Työssä keskitytään kuitenkin Enterprise Serveriin ja sen toimintaan, koska kyse on eValvomoympäristöstä eikä paikallisista palvelimista.



KUVA 9. Automation Server

(Lähde: Schneider Electric, Automation Server, 03_13020_EN.pdf)

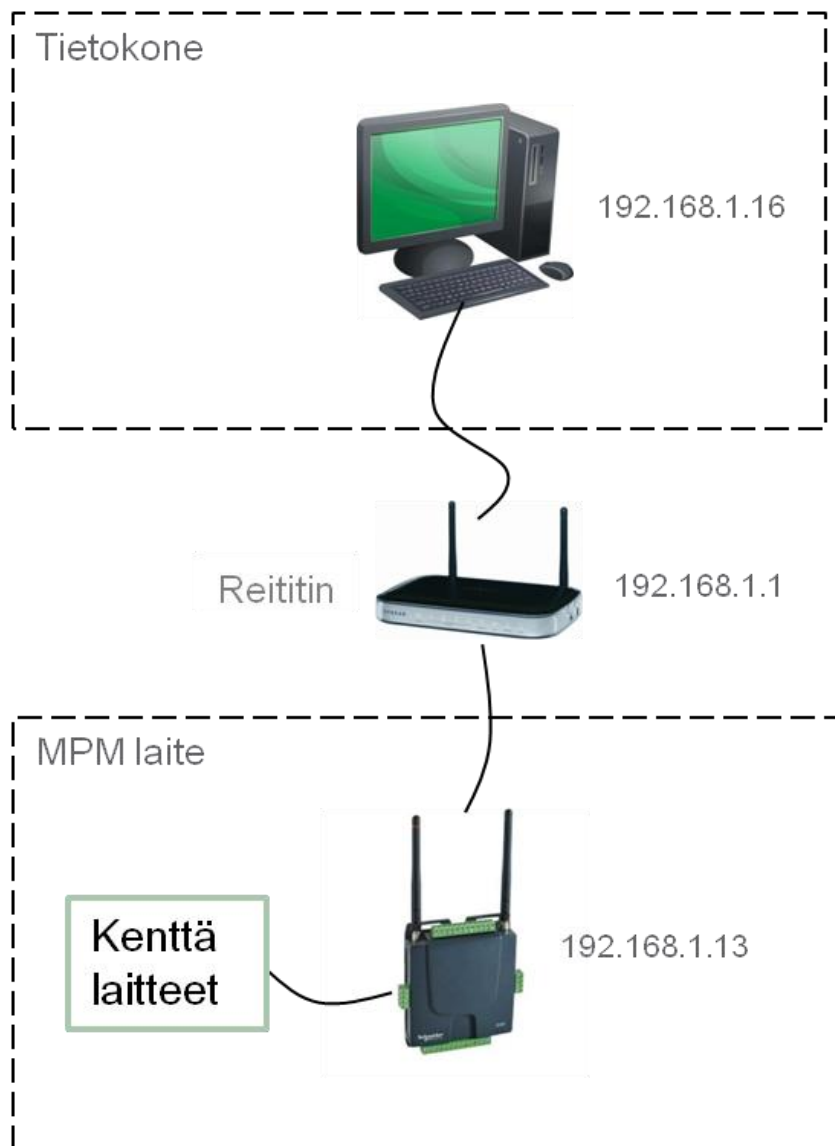
2.3 Kenttälaitteet

SmartStruxure Lite-sarjaan kuuluu omia kenttälaitteita, joilla voidaan rakentaa kulloinkin tarvittava kokonaisuus. Tämän lisäksi MPM-laitteet tukevat luvussa 2.1 esitettyjä protokollia ja niitä käyttäviä laitteita. Kokonaisuudessaan liitettävien laitteiden kirjo on erittäin laaja.

Tässä projektissa kenttälaitteet eivät ole pääosassa, koska tutkimme MPM-laitteen liitosta valvomon. Kenttälaitteita edusti 22 kilo-ohmin yksikierrospotentiometri, joka oli kiinnitetty analogiseen sisäänmenoon numero 1. Potentiometrin säädettävää arvoa käytettiin monipuolisesti aina hälytysrajojen testauksesta trendiseurannan siirtymisen testaukseen.

3 Testiympäristö

Näillä tutkimuslaitteilla rakennettiin testiympäristö. Testiympäristö rakennettiin ja testit suoritettiin kokonaisuudessaan lähiverkossa. Mallinnus tästä verkosta on esitetty kuviossa 1. Valvomolla ja MPM-laitteella pystytään käyttämään useampaa protokollaa yhtäaikaaisesti, joten useampia laitteita ei tarvittu. Tulosten vertaileminen on hyvin kuvaavaa tekemällä yhteiset valvomografiikat, joissa on samaan aikaan käytössä eri siirtoprotokollilla tuotuja automaattiotietoja.



KUVIO1. Verkkoympäristön mallinnus testilaitteilla

4 Tutkimuksen siirtoprotokollat

Laitteiden ja ohjelmistojen asennuksen jälkeen projektissa edettiin mahdollisten siirtoprotokollien määrittelyyn. Perusvaatimuksena oli, että kaikkien valvomon päätoimintojen pitää olla luotettavasti käytettävissä. Tiedot tuetuista protokollista otettiin Schneider Electricin tuotetiedoista ja käyttöohjeista. Tämän lisäksi tutustuttiin protokollien toimintaan teknisellä tasolla, jotta löydettäisiin mahdollisia ongelmakohtia ja eroavaisuuksia.

	Lonworks	Modbus	BACNet/IP	EWS	oBiX	CANbus
SmartStruxure Lite MPM		X	X	X	X	X
Valvomo-ohjelmisto	X	X	X	X		

TAULUKKO1. Tuetut Protokollat

(Lähde: Schneider Electric, MPM-InstallationInstructions_A4.pdf)

(Lähde: Schneider Electric, Webstation operating guide [101978].pdf)

Kuten taulukosta 1 näkyy, yhteisesti tuetut protokollatyypit rajoittuvat kolmeen vaihtoehtoon. Modbus, BACNet/IP ja EWS. Seuraavassa esitellään nämä protokollat ja niiden käyttömahdollisuudet.

4.1 Modbus

Modbus on Modiconin vuonna 1979 julkaisema protokolla, josta on myöhemmin yleistynyt käytön laajenemisen kautta de facto standardi. Protokollaa käytetään yleisesti elektroniikkalaitteiden välisessä kommunikaatiossa. Teknisesti Modbus on isäntä/orja-protokolla, jossa isäntälaitteen tulee pollata tietoa orja-laitteilta.

(Lähde: Modbus Organization, Modbus Application Protocol Specification V1.1b3.pdf)

Jouduimme valitettavasti hylkäämään Modbus-protokollan tutkimuksesta jo määrittelyvaiheessa. MPM-laite ja SmartStruxure-valvomo osaavat molemmat toimia Modbus protokollan isäntä-laitteena, mutta kumpikaan ei osaa toimia orja-laitteena. Modbus verkon rakenteesta johtuen samassa verkossa ei voi olla kahta isäntä-laitetta.

4.2 BACNet/IP

BACNet protokolla on ASHRAE:n (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers) alun perin suunnittelema ja hyvin tunnettu kiinteistöautomaatioprotokolla, joka on ISO-standardisoitu. BacNet/IP on perinteisestä kenttäväylämallista tietoverkon käyttöön tehty muunnos, jota tässä projektissä käytettiin. Toimintaperiaate eroaa esimerkiksi Modbus protokollasta hieman. BACNet protokollassa kaikki laitteet ovat tasavertaisessa asemassa ja voivat lähettää viestejä toisilleen. Minkään laitteen ei siis tarvitse erikseen pollata tietoa, vaan tieto lähetetään aina arvon muuttuessa.

(Lähde: Ashrae, WWW-sivusto, bacnet.org/Tutorial/BACnetIP/default.html, Luettu 26.4.2014)

Projektin kannalta BACNetin vahvuutena pidettiin juuri hyvää tiedon välittämisenopeutta. Valvomokuvien nopea päivittyminen on tärkeä osa hyvää ja intuitiivista valvomokäyttöliittymää. Huolena oli kaikkien objektien siirtyminen ja niiden oikeanlainen käyttäytyminen liitoksessa. Toinen etukäteen tiedetty ongelma liittyi BACNet laitteiden, jotka ovat eri aliverkossa, liittämiseen toisiinsa. Ongelmana on, että BACNet/IP protokolla käyttää viestien välitykseen IP-verkossa broadcast-viestejä, joita ei voi voida siirtää sellaisenaan aliverkosta toiseen. Tähän kuitenkin tuli ratkaisu Building Expertin ohjelmistopäivityksen mukana. Uusi Foreign Device Registration ominaisuus mahdollisti MPM-laitteen linkityksen valvomoon luotavaan virtuaaliseen BBMD-olioon (BACNet Broadcast Management Device).

Kiinteistöautomaatiodataa Internet yhteyden avulla siirrettäessä tulee tietoturva-asiat ottaa aina huomioon. Vääriin käsiin joutuessa tiedoista voitaisiin esimerkiksi päätellä, koska kiinteistö on tyhjillään. BACNet/IP protokollassa ei ole salausta, ja standardin käyttämä portti numero 47808 on yleisesti hyvin tiedossa. BACNet protokollan käyttö vaatii mahdollisesti lisäsuojauksia. Suojauksen tarve riippuu paljon siirrettävän datan kriittisyydestä. Suojauksen voi toteuttaa yhteyden salauksella, esimerkiksi VPN-tekniikkaa käyttäen tai rakentamalla suljettu verkkoyhteys muulla tavoin.

(Lähde: Projektin määräaikaishallinnointi, 22.11.2013)

4.3 Ecostruxure Web Service

Ecostruxure Web Service eli EWS on Schneider Electricin oma sisäinen siirtoprotokolla tietoverkoissa. EWS:n toimintaperiaate on pollauskysely, jolla tässä tapauksessa valvomo kysyy tietyin väliajoin muutoksia MPM-laitteesta. Kyselyvälin saa määriteltä valvomon Workstation käyttöliittymästä. EWS tuki tuli MPM-laitteeseen hieman ennen projektin aloitusta. Tämä oli yksi syistä tämän tutkimuksen aloittamiseen.

Tiedonsiirron kuormituksen kannalta huolenaiheena olivat tilanteet, joissa päivitettäviä pisteitä on erittäin paljon. Etukäteen arveltiin, että tällä XML-pohjaisella koodilla olisi paremmat mahdollisuudet siirtää esimerkiksi aikaohjelmia ja hälytyksiä oikein MPM:n ja valvomon välillä.

EWS protokollan viestit rakentuvat HTML-kielen tapaisesta XML-formaatista. Web Services tekniikkaan pohjautuva EWS hyödyntää tiedonsiirtoon HTTP-protokollaa, joka myös mahdollistaa salauksen tekemisen ja täten HTTPS-protokollan käytön. Tämä tarkoittaa sitä, että EWS protokollaa käytettäessä salaus voidaan rakentaa protokollatasolle ja dataa siirtää Internet-verkossa.

(Lähde: Projektin määräaikaishuoneisto, 22.11.2013)

5 Valintakriteerit

Tutkittaviksi siirtoprotokolliksi valikoituivat siis BACNet/IP ja EWS. Seuraavana vaiheena oli testien suunnittelu. Tarkoituksena oli luoda mahdollisimman monipuoliset ja kuvaavat testit, joilla pystyttäisiin valitsemaan toinen näistä protokollista käyttöön otettavaksi. Valintakriteerit ja testit suunniteltiin yhteisesti projektin määräaikaistapaamisissa. Tärkeitä testattavia asioita olivat erityisesti aikaohjelmat ja hälytykset.

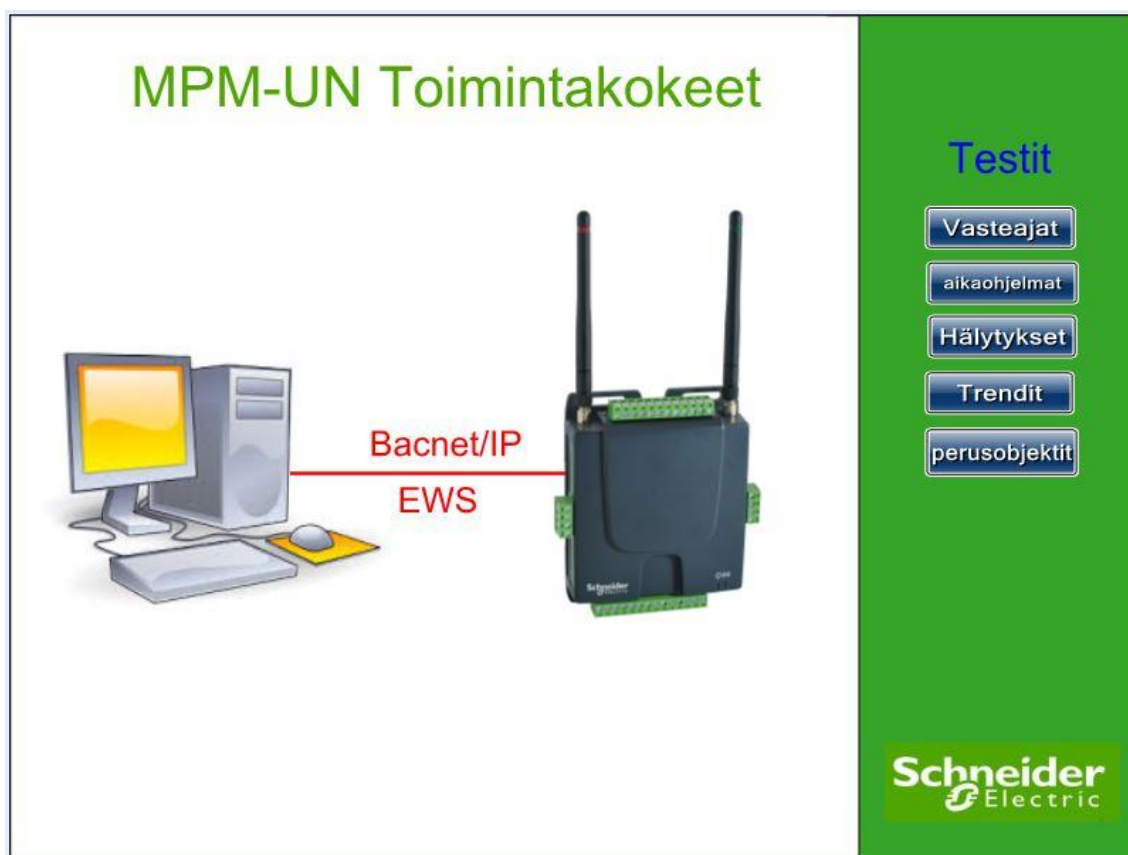
Testattavat asiat määriteltiin tapaamisissa seuraavasti:

- Mitkä peruspisteet siirtyvät EWS:n ja mitkä BACNet/IP:n avulla.
 - Analog input
 - Analog output
 - Analog value
 - Binary input
 - Binary Value
- Siirtointervallit (vasteajat)
 - Reagointinopeus muutokseen
- Aikaohjelmat
 - Erityisesti aikaohjelmaobjektin siirtyminen
- Hälytykset
 - Event hälytysobjektin siirtyminen
- Trendit
 - Trendiobjektin siirtyminen

(Lähde: Projektin määräaikaistapaaminen, 13.12.2013)

6 Toimintakokeet

Toimintakokeita varten luotiin omat valvomografiikat, joihin tutkittavat pisteet ja ominaisuudet linkitettiin vertailua varten. Oikeaan laitaan grafiikkaa tuli valintapalkki. Ajatuksena oli, että jokaisesta kuvasta pääsee siirtymään kaikkiin muihin kuviin. Valvomokuvien toimintaperiaate välittyy alla olevasta kuvasta numero 10. Tekemällä testit grafiikkakuvissa asti voitiin varmistua siitä, että tulevan asiakkaan käyttökokemus järjestelmästä on miellyttävä. Erityisesti järjestelmän käyttökokemuksen testaus korostui valvomokuvien päivitysnopeudessa.



KUVA 10. Aloituskuv

6.1 Peruspisteet

Peruspisteiden testauksella tarkoitetaan tässä tapauksessa yksinkertaisesti sitä, että kaikki yleisimmin käytössä olevat pistetyypit voidaan siirtää MPM-laitteesta valvomoon näkyviin.

Perusobjektityypit		
	Bacnet/IP	EWS
Analog input	0.5	0.5
Analog output	3.0	3.0
Analog value	6.0	6.0
Binary input	1.0	1.0
Binary value	1.0	1.0

Testit

Vasteajat

aikaohjelmat

Hälytykset

Trendit

perusobjektit

Aloituskuva

Schneider Electric

KUVA 11. Perusobjektityypit

Kaikki objektityypit siirtyivät moitteettomasti MPM-laitteesta valvomoon luettavaksi, kuten kuvasta 11 voidaan havaita. Protokollien toimintatavasta johtuen EWS protokollaa käytettäessä ei uusia pisteitä voi kuitenkaan luoda valvomosta käsin, kuten BACNet/IP protokollalla voi.

6.2 Siirtointervallit

Siirtointervalleilla eli vasteajoilla halusimme tutkia käyttäjän kokemusta miellyttävästi päivittyvistä valvomokuvista. Testi suunniteltiin niin, että sama potentiometrin arvo kiinnitettiin samaan valvomokuvaan sekä EWS, että BACNet/IP rajapinnalla.

Potentiometrin arvoa muuttamalla saadaan havainnoitua, kumpi arvo päivittyy nopeammin.



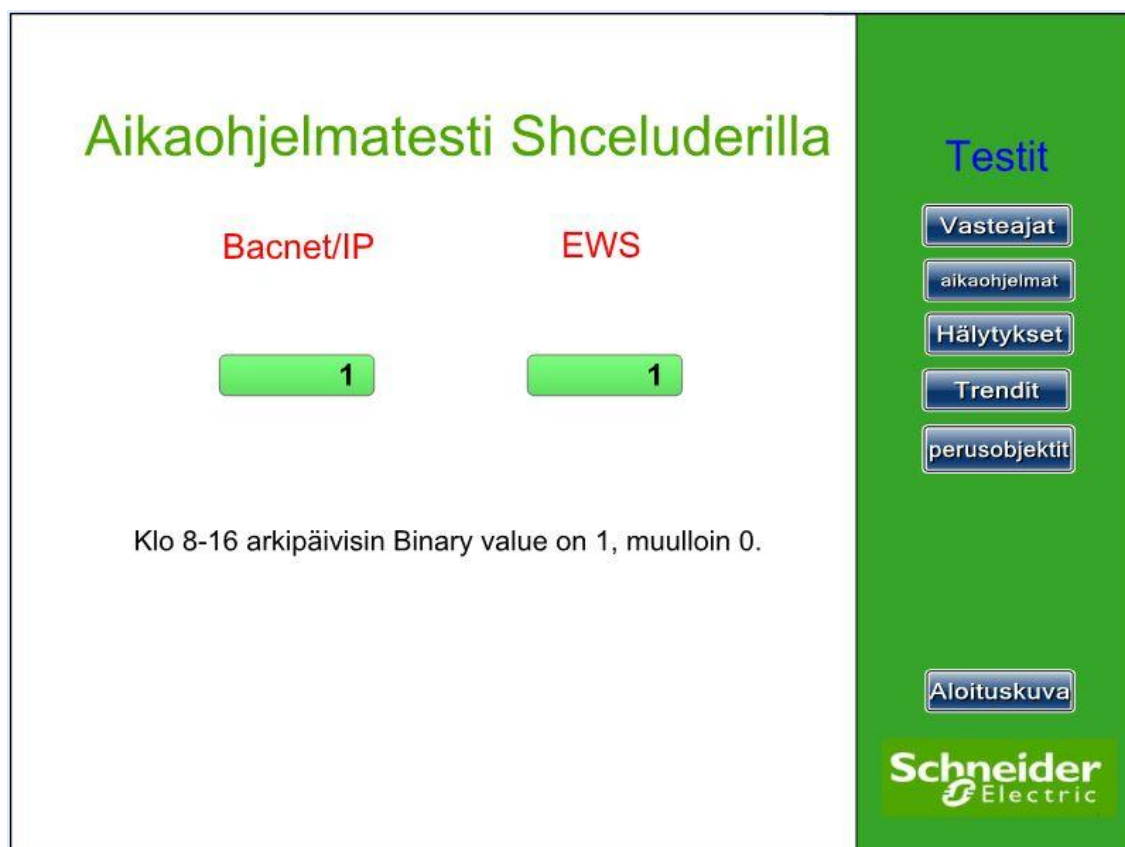
KUVA 12. Vasteaikatesti

EWS rajapinnan pollausvälin sai itse määriteltyä asetuksista, tämä tietenkin vaikuttaa suoraan päivitysnopeuteen. Testi on suoritettu järjestelmän pienimmällä mahdollisella pollausvälillä, joka on 1 sekunti.

Kuvassa 12 potentiometrin arvo on muutettu nopeasti arvosta 5 arvoon 20. Kuva on otettu noin sekunti muutoksen tekemisen jälkeen, ja kuten kuvasta näkyy niin BacNet/IP protokollaa käyttäen arvo muuttuu hieman nopeammin kohden arvoa 20. Erot ovat kuitenkin niin pieniä, että niillä ei ole käyttökokemuksen kannalta merkitystä.

6.3 Aikaohjelmat

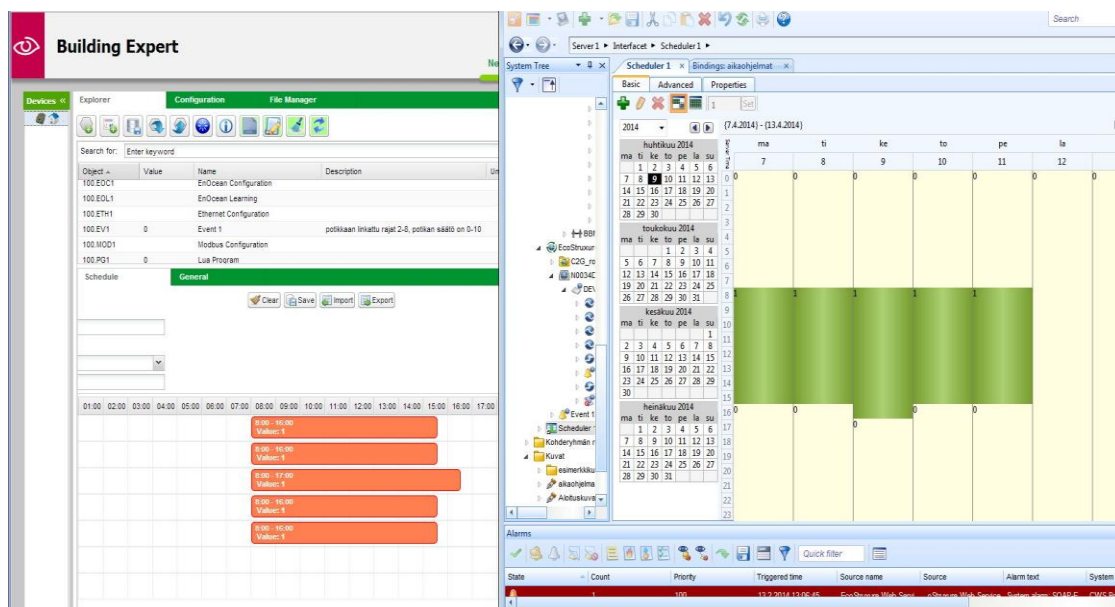
Aikaohjelmien tapauksessa luotiin aikaohjelma MPM-laitteeseen ja siirrettiin sen tieto valvomoon. Aikaohjelman oikein toimimista tärkeämpää oli itse aikaohjelmaobjektin eli scheluderin siirtyminen valvomoon. Koko aikaohjelmaobjektin siirtyminen mahdollistaisi muutoksien tekemisen suoraan valvomosta ilman MPM-laitteeseen kirjautumista.



KUVA 13. Aikaohjelmatesti

BACNet/IP

Scheduler aikaohjelmatyyppi siirtyi oikein ja aikaohjelmaa pystyi muokkaamaan suoraan valvomosta käsin. Kuvassa 14 on valvomon ja MPM:n aikaohjelmien esitystavat. Tämä on erittäin hyvä ja toimiva ratkaisu.



KUVA 14. Aikaohjelmat BACNet/IP protokollaa käyttäen

EWS

Aikaohjelmaobjekti ei siirry EWS protokollan avulla valvomoon. Aikaohjelmia voi kuitenkin käyttää valvomossa luomalla aikaohjelman suoraan valvomon tietokantaan ja liittämällä siihen tarvittavat pisteet MPM-laitteesta. Tämä on hieman monimutkaisempi ja ohjelmoinnin kannalta vaivalloinen malli.

Valvomoon tietokantaan aikaohjelmia tehdessä tulee myös ottaa huomioon, että tämän jälkeen järjestelmä ei ole enää rakennuksen sisäisesti itsenäinen. Toisin sanoen aikaohjelmat eivät toimi, jos verkkoyhteys valvomoon on poikki. Valvomoyhteyden katkeamisesta on kuitenkin mahdollisuus saada esimerkiksi tekstiviesti- tai sähköpostihälytys, jos kohteen aikaohjelmat ovat kriittisiä.

6.4 Hälytykset

MPM-laitteeseen hälytykset luodaan Event objektin avulla. Event objekti toimii siten, että seurattavan pisteen ollessa normaalitilassaan arvo on 0. Ylärajan tullessa vastaan arvo 0 muuttuu arvoksi 3 ja alarajan kohdalla Event State arvo 0 muuttuu arvoksi 4.

The screenshot shows the 'Event Enrollment Manager' web interface. At the top, there are buttons for 'Save', 'Stop', 'Import', and 'Export'. The main configuration area includes the following fields:

- Description:** A text area containing 'potikkaan linkattu rajat 2-8, potikan säätö on 0-10'.
- Name:** A text field with 'Event 1'.
- Node:** A text field with 'N0034DE'.
- Object BACnet Id:** A text field with 'EV1'.
- Object Property Reference:** A dropdown menu showing 'Analog Input 1 (AI1)'.
- Low Limit:** A text field with '2'.
- High Limit:** A text field with '8'.
- Time Delay (sec):** A text field with '0'.
- Event State:** A text field with '3'.
- Value:** A text field with 'High Limit'.
- Last Non-Normal:** A text field with '2014-04-14 14:07:50'.
- Last Normal:** A text field with '2014-04-14 14:07:00'.
- Email Destination:** An empty text field.

KUVA 15. MPM laitteen Event, hälytysobjekti

Testiä varten luotiin MPM:än liitetyille potentiometrillem skaalaus, jossa sen arvo 0 ohmia vastaa arvoa 0 ja arvo 22 kilo-ohmia vastaa arvoa 10. Tämän jälkeen asetettiin alaraja arvoon 2 ja yläraja arvoon 8. Järjestelmä antoi siis hälytyksen kun potentiometriä käännettiin jompaan kumpaan ääriasentoonsa.

Event objekti siirtyi valvomoon EWS protokollaa käyttäen, mutta Event State eli hälytystieto ei toiminut oikein. Event state ei valvomossa muuttunut, vaikka MPM:ssä arvo muuttui

BACNet/IP ei tunnistanut Event objektia ollenkaan. BACNet protokollassa on erikseen Alarm objekti hälytyksiä varten, mutta MPM-laite ei käytä tätä objektityyppiä.

Molemmilla protokollilla on siis sama tilanne. Jotta hälytyksiä voi käyttää valvomossa, tulee hälytyspisteet luoda valvomoon. Eli siirrettään halutut pisteet luvun 6.1 mukaisesti peruspisteinä valvomoon ja luodaan hälytykset vasta sinne. Valvomoyhteyden katkeamisesta on mahdollisuus saada esimerkiksi tekstiviesti- tai sähköpostihälytys, jos kohteen hälytykset ovat kriittisiä.

6.5 Trendit

Trendillä tarkoitetaan sitä, että jonkin tietyn arvon seuraamista ajan funktiona. Testiä varten luotiin MPM-laitteeseen trendiseuranta analogisen sisäänmenon 1 arvosta. Sisäänmenoon oli kytketty potentiometri, jonka arvoa muuteltiin testimielessä.



KUVA 15. MPM laitteen Trend log-toiminto

Trendiobjekti ei kuitenkaan siirtynyt valvomoon kumpaakaan protokollaa käyttäen. Valvomossa voi kuitenkin käyttää trendejä luomalla ne suoraan valvomoon aivan kuten hälytysobjektienkin tapauksessa. Tällöin valvomosta voi seurata kiinteistön trendejä reaaliaikaisesti.

6.6 Yhteenveto

On tärkeää ymmärtää, että jos luodaan objekteja suoraan valvomoon, MPM-laitteen sijaan, eivät luodut pisteet, hälytykset, aikaohjelmat tai trendit toimi kohteessa valvomoyhteyden ollessa poikki. Tämän vuoksi mahdollisimman suuri osa ohjelmoinnista on pyrittävä pitämään MPM-laitteessa. Protokollien erot on koottu taulukkoon numero 2 alla.

Objekti	EWS-tuki	BACNet/IP tuki
Analog input	A	A
Analog output	A	A
Analog value	A	A
Binary input	A	A
Binary value	A	A
Scheduler	B	A
Event (Alarm)	B	B
Trend	B	B

A-vaihtoehto tarkoittaa sitä, että objektin voi luoda MPM-laitteeseen ja sitä voi täysin käyttää valvomosta.

B-vaihtoehto tarkoittaa sitä, että objekti tulee luoda valvomoon, jotta sitä voi käyttää valvomossa.

TAULUKKO2. Yhteenveto testeistä

Kuten taulukosta havaitaan, niin aikaohjelma objektin siirtyminen on ainoa toimintakoetesti, joka erottaa protokollat selkeästi toisistaan. BACNet/IP:n edut ovat kiistattomat tässä suhteessa, valvomoyhteyden ollessa poikki kohde pystyy toimimaan aikaohjelmien osalta itsenäisesti, toisin kuin EWS:n tapauksessa.

7 Yhteystyypit

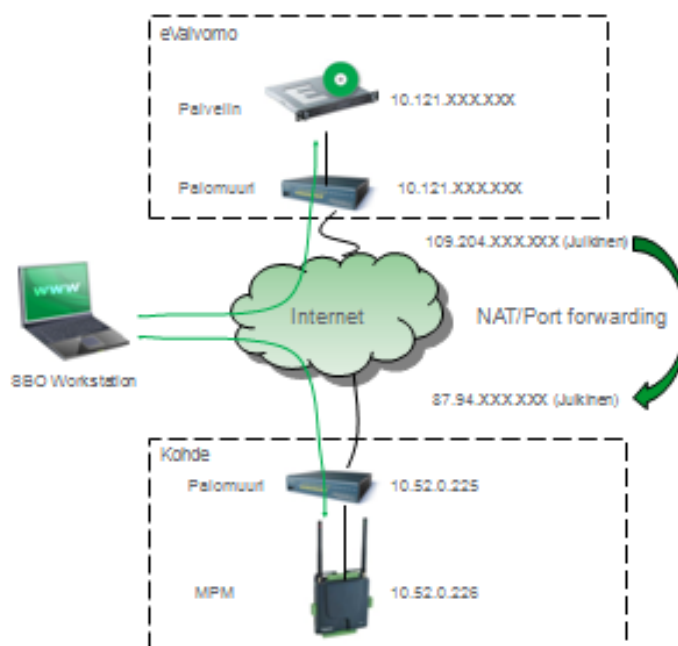
Toimintakokeet suoritettiin paikallisesti lähiverkossa. Seuraavaksi järjestelmä vietiin testattavaksi eValvomoympäristöön. Tässä käytettiin Schneider Electricin eValvomon virallista SmartSrtuxure tuotantopalvelinta numero 1. Käytössä olevat yhteystyypit olivat 3G private APN ja julkinen verkkoyhteys. Ennen kuin dataa voitiin viedä julkisen verkkoyhteyden yli, tuli ottaa kappaleessa 4 esitetyt protokollien tietoturvakysymykset huomioon. Yhteystyypit esitellään seuraavaksi.

7.1 Julkinen verkkoyhteys

Julkisen verkkoyhteyden tapauksessa eValvomon IP-osoitteelle tehdään osoitteenmuunnos ja se linkitetään MPM:n IP-osoitteeseen portin uudelleenohjauksella. Koska palvelin ja MPM ovat molemmat yhteydessä julkiseen verkkoon, pystyy miltä tahansa internet yhteyden omaavalta tietokoneelta kirjautumaan sekä MPM:n Building Expertiin että Buildings Operation valvomoon palvelimelle. Edellyttäen tietysti, että omaa tarvittavan käyttäjätunuksen ja salasanan.

(Lähde: Projektin määräaikaistalaveri, 13.2.2014)

Verkkoympäristömalli – Julkinen Internet



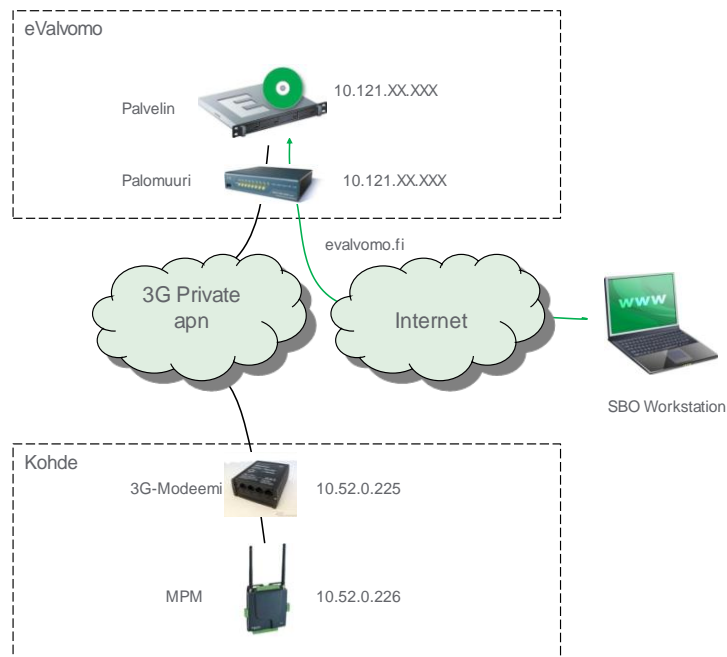
KUVIO2. Verkkoympäristömalli, Internet

7.2 Private 3G

3G-yhteyttä käytettäessä 3G-modeemi liitetään MPM-laitteen perään. 3G-modeemin ja palvelimen välille muodostetaan oma yksityinen verkko, joka ei käytä julkista verkkoyhteyttä. Kohteen etäkäyttö eri aliverkosta tapahtuu niin, että tietokoneella otetaan yhteys julkisen verkkoyhteyden yli Building Operation valvomoon palvelimelle ja tehdään tarvittavat muutokset valvomon tietokantaan.

(Lähde: Projektin määräaikaishallinnointi, 13.2.2014)

Verkkoympäristömalli – 3G



KUVIO3. Verkkoympäristömalli, 3G

8 Tietoturva

Tietoturva on käsitteenä hyvin laaja. Yleisesti tietoturva jaetaan kolmeen päätyyppiin: saatavuus, luottamuksellisuus ja eheys. Jako sopii hyvin myös kiinteistöautomaatio-datan siirron riskien arviointiin. Jokainen kohde on kuitenkin oma yksilöllinen ja siirrettävän datan kriittisyys vaihtelee suuresti, aina ravintolan valaistuksen ohjaustiedoista pankin murtosuojauksen tietoihin. Tärkeimpänä tietoturvaominaisuutena on luottamuksellisuus, eli vain sellaiset henkilöt saavat tiedot käyttöönsä, joilla on oikeus siihen. Tärkeinä ominaisuuksina ovat myös tiedon saatavuus ja sen eheys, mutta pakettien kaappaaminen ja palvelunestohyökkäykset ovat aina mahdollisia julkista verkkoyhteyttä käytettäessä. Seuraavaksi esitettävät riskien arviointitaulukot on toteutettu käyttäen kohdetta, jossa siirrettävä data on keskimääräisen kriittistä. Riskien arvioinnissa otettiin huomioon tietoturvallisuuteen vaikuttavan asian vaikutus järjestelmän toimintaan ja turvallisuuteen, sekä kyseisen tapahtuman todennäköisyys. Riskienarviointi toteutettiin erikseen jokaiselle yhteystyyppi- ja protokollakombinaatiolle, jota harkittiin käytettäväksi.

(Lähde: Riskianalyysistandardi SFS-IEC 60300-3-9)

Seuraavilla sivuilla, taulukoissa 3-6 olevat kirjainsymbolit tarkoittavat seuraavia tietoturvallisuuteen liittyviä asioita:

A = Tiedon saatavuuden estyminen

B = Tiedon luottamuksellisuuden vaarantuminen

C = Tiedon eheyden vaarantuminen

Julkinen verkkoyhteys

BACNet/IP Internet-verkossa					
	Todennäköisyys				
Vaikutus	1	2	3	4	5
5					
4			A	B	
3					
2		C			
1					

TAULUKKO3. BACNet/IP Internet-verkossa

EWS Internet-verkossa					
	Todennäköisyys				
Vaikutus	1	2	3	4	5
5			A		
4					
3					
2		C	B		
1					

TAULUKKO4. EWS Internet-verkossa

Taulukoissa 3 ja 4 vertaillaan EWS ja BACNet/IP protokollien tietoturvan eroja siirrettäessä dataa julkisen verkkoyhteyden avulla. Taulukoista voidaan havaita, että tietoturvan vaarantumisen todennäköisyydet ovat suurelta osin samankaltaiset, BACNet/IP protokollaa käytettäessä tiedon väärin käsiin joutuminen on hieman todennäköisempää, koska siirtoprotokolla on paremmin tunnettu.

Lähinnä erot tulevat tietoturvan vaarantumisen vaikutuksista. Kummassakaan tapauksessa ei ole kovin todennäköistä, että data muuttuisi tahallisesti tai tahattomasti matkalla. Tiedon luottamuksellisuuden vaarantumisen vaikutukset ovat BACNet/IP protokollaa käytettäessä huomattavasti suuremmat, koska BACNet kieli on suojaamatonta ja selkokielistä. EWS:n kaapattuja paketteja ei saa auki ilman salauksen purkamista. palvelunestohyökkäykset tai yhteyden katkeaminen eivät aiheuta BACNet/IP:n tapauksessa yhtä paljon haittaa kuin EWS:n, koska aikaohjelmat toimivat itsenäisesti kohteessa.

3G Private APN

BACNet/IP 3G-Private APN verkossa					
	Todennäköisyys				
Vaikutus	1	2	3	4	5
5					
4	B				
3					
2		C, A			
1					

TAULUKKO5. BACNet/IP 3G-verkossa

EWS 3G-Private APN verkossa					
	Todennäköisyys				
Vaikutus	1	2	3	4	5
5					
4		A			
3					
2	B	C			
1					

TAULUKKO6. EWS 3G-verkossa

Taulukoissa 5 ja 6 vertaillaan EWS ja BACNet/IP protokollien tietoturvan eroja siirrettäessä dataa 3G-verkkoyhteyden avulla. Yleisesti verrattaessa suljettua 3G-verkkoa ja julkista verkkoyhteyttä voidaan todeta, että 3G on tietoturvan puolesta parempi ratkaisu. Erityisesti tiedon saatavuuden estymisen ja sen väärin käsiin joutumisen todennäköisyydet pienenevät huomattavasti, koska verkko on suljettu. Tietoturvan vaarantumisen tapahtumisten todennäköisyydet ovat samaa luokkaa molempia protokollia käytettäessä.

Kuten julkisen verkkoyhteydenkin tapauksessa, BACNet/IP:n kyky toimia aikaohjelmien osalta itsenäisesti laskee tiedon saatavuuden vaikutusta järjestelmään. Suljettua verkkoyhteyttä käytettäessä on hyvin epätodennäköistä, että kukaan yrittäisi hakeroitua järjestelmään, mutta tällaisessa tapauksessa EWS:n suojatut siirtopaketit ovat tietoturvallisempia kuin BACNetIP:n suojaamattomat viestit.

Tietoturva-asiat käytiin läpi eValvomon henkilökunnan kanssa kokouksessa, jossa suunniteltiin tuotannon aloittamista näillä laitteilla. Edellä esiteltyjen päätelmien pohjalta päädyttiin ratkaisuun, jossa hyväksyttäviksi mahdollisuuksiksi päätettiin EWS protokolla molempia yhteyksiä käyttäen ja BACNet/IP 3G Private APN yhteyttä käyttäen.

(Lähde: Projektin määräaikaishallinnointi, 12.3.2013)

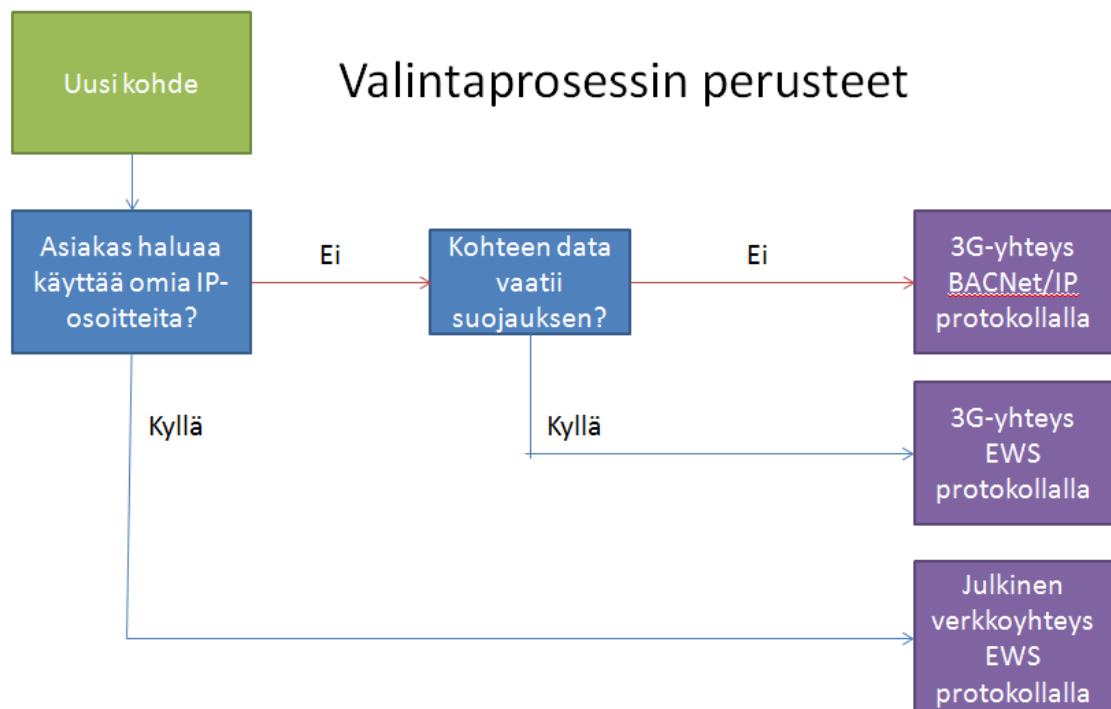
	3G	Julkinen Internet
BACNet/IP	X	
EWS	X	X

TAULUKKO7. Tuotantoon hyväksyttävät kombinaatiot

9 Lopputulos

Lopputuloksia testeistä ja tietoturvatutkimuksista on esitelty jo luvuissa 6 ja 8. Tässä luvussa keskitytään lopullisen valinnan tekemiseen tietyn protokollan käyttämisestä, sekä liitosohjeen sisältöön.

Projektin yhtenä päätavoitteena oli löytää yksi protokolla, jota käytettäisiin kaikissa liitoksissa. Jokainen kiinteistö on kuitenkin yksilö ja protokollan valintaan vaikuttavat niin monet eri tekijät, että tulevaisuudessa kohteita tullaan liittämään käyttäen eri protokollia ja eri yhteystyyppejä. Hyvien toiminnallisten ominaisuuksien ja melko hyvän tietoturvana ansiosta ensisijaiseksi vaihtoehdoksi MPM-laitteen valvomoliitoksessa valittiin BACNet/IP, 3G-yhteyttä käyttäen. Alla on kuvio valinnan tekemisen etenemisestä (kuvio 4). Valintaprosessin tavoitteena on ensisijaisesti kulkea kohden 3G-yhteyttä BACNet/IP protokollalla. Myös muut ratkaisumallit tulevat olemaan tuotantokäytössä. Kuvio kuvaa vain perusteet valinnan tekemisestä, tämän lisäksi voi olla myös muita valintaan vaikuttavia tekijöitä.



KUVIO4. Protokollan valintaprosessin peruseriaatteet

Yhden protokollan periaatteesta luopumisesta huolimatta projekti oli kokonaisuudessaan onnistunut ja mahdollistaa MPM-laitteiden käytön tuotannossa aikataulusuunnitelman mukaisesti.

Protokollan valinnan jälkeen kohteen liittäminen tapahtuu liitosohjeen avulla, jossa esitellään molempien protokollien käyttö erikseen. Kyseinen liitosohjeohje on osa tätä projektia, ja se on esitetty tämän työn liitteenä numero 2.

LÄHTEET

Ashrae, WWW-sivusto, bacnet.org/Tutorial/BACnetIP/default.html, Luettu 26.4.2014

Modbus Organization, Modbus Application Protocol Specification V1.1b3.pdf

Projektin aloituspalaveri, 1.11.2013

Projektin määräaikaishallintopalaveri, 12.3.2014

Projektin määräaikaishallintopalaveri, 13.12.2013

Projektin määräaikaishallintopalaveri, 13.2.2014

Projektin määräaikaishallintopalaveri, 22.11.2013

Riskianalyysistandardi SFS-IEC 60300-3-9

Schneider Electric, Automation Server, 03_13020_EN.pdf

Schneider Electric, MPM-InstallationInstructions_A4.pdf – dokumentti

Schneider Electric, SSLite_Brochure_998-1200480_GMA-GB-WEB.pdf - dokumentti

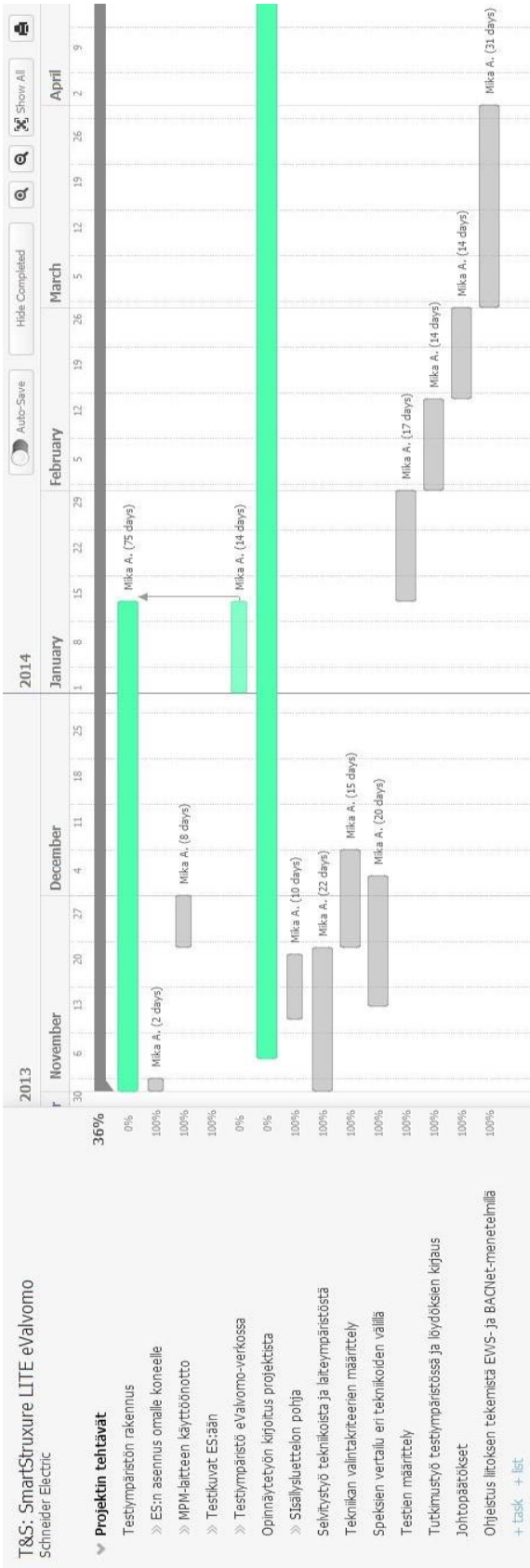
Schneider Electric, WWW-sivusto, 6 - StruxureWare™ Building Expert - Document Repository - Smartstruxurelite Documentation, Luettu 26.4.2014

Schneider Electric, WWW-sivusto, 7 - Lua Programming Guide - Document Repository - Smartstruxurelite Documentation, Luettu 26.4.2014

Schneider Electric, WWW-sivusto, Building Operationin Web-ohje, Luettu 26.4.2014

LIITTEET

Liite 1. Projektin aikataulu



Liite 2. SmartStruxure lite järjestelmän liitosohje (sivut 42-68)

SmartStruxure Lite Järjestelmän liitosohje

1.0 (ohjeen versio)

Sisällysluettelo:

1.	Johdanto	3
2.	Versiohistoria	4
3.	MPM laitteen käyttöönotto	5
3.1	Kytkenät	5
3.2	Windowsin tarvitsemat verkkoasetusmuutokset	6
3.3	Sisäänkirjautuminen Building Expert käyttöliittymään	8
3.4	MPM laitteen ohjelmistoversion päivittäminen	9
3.5	MPM laitteen IP-osoitteen muuttaminen	10
4.	Verkkoympäristöesimerkit	11
5.	Ennen liitoksen aloitusta	12
5.1	Software Administratorin portin tarkistus	12
5.2	Workstation kirjautuminen	12
6.	EWS-rajapinta	13
6.1	EWS-rajapinnan luominen	13
6.2	MPM:n liittäminen EWS-rajapintaan	15
6.3	EWS-rajapinnan asetukset	16
6.4	Hälytykset EWS-rajapinnalla	17
6.5	Aikaohjelmat EWS-Rajapinnalla	17
6.6	Trendit EWS-rajapinnalla	17
7.	BACnet/IP-rajapinta	18
7.1	BACNet/IP-rajapinnan luominen Workstationiin	18
7.2	MPM:n liitos Building Expertillä BBMD olioon	22
7.3	BACNet/IP pisteiden tuonti valvomoon	24
7.4	Hälytykset BACNet/IP-rajapinnalla	27
7.5	Aikaohjelmat Bacnet/IP-rajapinnalla	27
7.6	Trendit Bacnet/IP-rajapinnalla	27

1. Johdanto

Liitosohje on tarkoitettu tueksi ja avuksi kun liitetään valvomoon Järjestelmää, joka sisältää SmartStruxure Lite sarjaan kuuluvia MPM laitteita. Ohjetta voi käyttää eValvomon StruxureWare palvelimelle tai paikalliseen StruxureWare-valvomoon liitettäessä. Ohje on toteutettu Windowsilla käytettävälle Enterprise Serverille, mutta samat periaatteet pätevät myös paikallisen Automation Serverin tapauksessa. Liitos toteutetaan joko EWS-protokollan tai BACnet/IP-protokollan avulla. Rajapinnan valinta riippuu käyttötarkoituksesta ja tarvittavista ominaisuuksista. Protokollien välisiä eroja käydään tarkemmin läpi myöhemmin ohjeessa.

Ohjeessa käytetään **punaista** väriä kuvaamaan arvoja tai valintoja, jotka tulee muuttaa. **Lihavoituna** olevat sanat kuvaavat painikkeita tai valittavia asioita.

2. Versiohistoria

Ohjeeseen tullaan tekemään muutoksia laitteiston ohjelmistopäivityksien vaatimilta osin. Seuraavasta versiohistoriataulukosta näkyy myös, että mitkä järjestelmäversiot ovat olleet käytössä ohjetta tehdessä.

Ohjeen versio	Pvm.	Buildin Expert, versio	SBO Workstation, versio	Muutokset	Tekijä
0.1	13.3.2014	2.8.0	1.4.1.73	EWS-liitosohje	MA
0.2	1.4.2014	2.10.0	1.4.1.73	Lisätty BACnet/IP-protokolla	MA
0.3	10.4.2014	2.10.0	1.4.1.73	Lisätty verkkoympäristömalli	MA
1.0	1.5.2014	2.10.0	1.4.1.73	Viimeistely versio	MA

3. MPM laitteen käyttöönotto

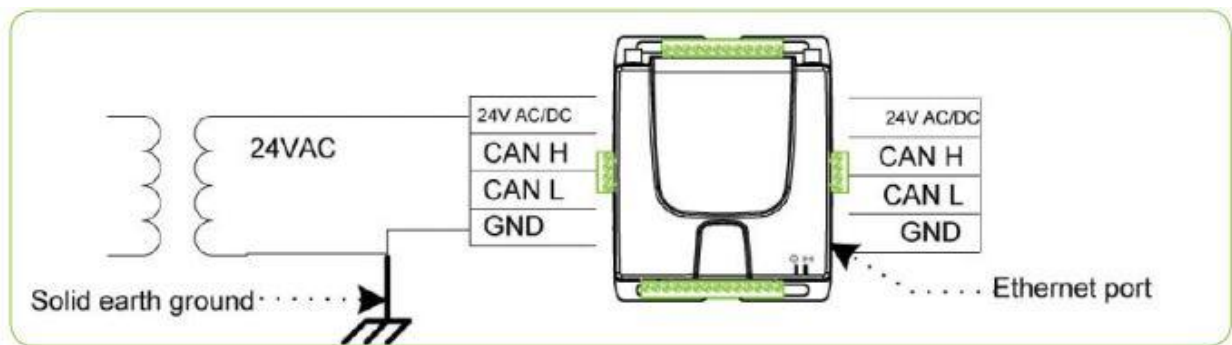
3.1 Kytkennät

Tarvitaan:

- Pieni talttapäinen ruuvimeisseli
- Ethernet kaapeli (RJ-45)
- Tietokone, jossa asennettuna Firefox selain (17 tai uudempi)
- (Mahdollisesti reititin tai kytkin, riippuen siitä halutaanko MPM ottaa käyttöön paikalliseen lähiverkkoon)

Virtajohto:

24-voltin jännitteellä toimivan virtajohdon voi kytkeä laitteen vasemmalle tai oikealle puolelle asennuspaikasta riippuen. Positiivinen johdin kytketään paikkaan, joka on nimetty "24V AC/DC". Toinen johdin tulee samalle puolelle maadoitukseen, joka on kuvassa esitetty tunnuksella "GND". Varmistu napaisuudesta ennen kytkennän tekemistä.



Kuva 1: Virtajohdon paikat

Ethernet kaapeli:

Ensimmäisellä kerralla Ethernet kaapeli tulee kytkeä MPM laitteesta suoraan tietokoneen LAN-porttiin. Luvussa 3.5 Käydään läpi MPM:n IP-osoitteen muuttaminen, tämä mahdollistaa laitteen käyttämisen reitittimen tai kytkimen kautta.

3.2 Windowsin tarvitsemat verkkoasetusmuutokset

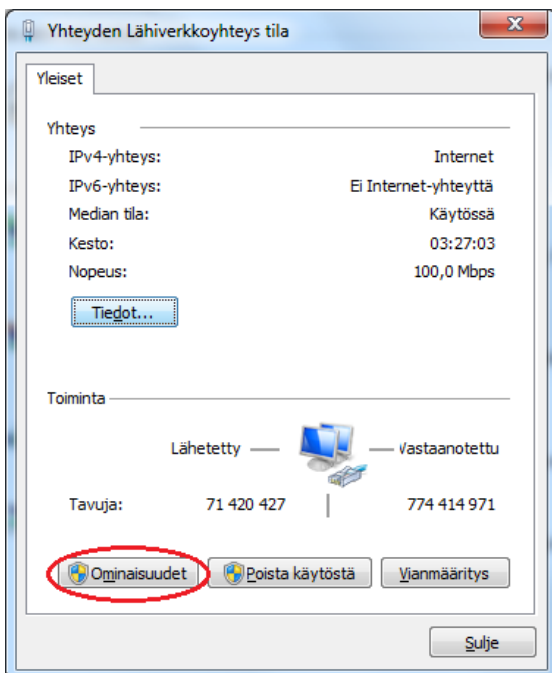
Ohjeen teossa on käytetty Windows 7 käyttöjärjestelmää, mutta samat ominaisuudet löytyvät soveltuen myös muista Windows versioista.

1. Avaa **ohjauspaneeli** (Control Panel)
2. Riippuen siitä onko tietokoneella käytössä ohjauspaneelin laaja vai suppea näkymä, valitse suoraan **Verkko- ja jakamiskeskus** (Network and Sharing center) tai **Verkko ja internet** (Network and internet) ja täältä **Verkko- ja jakamiskeskus** (Network and Sharing center).
3. Klikkaa "View your active networks" osion alta **Local area connection** tekstiä



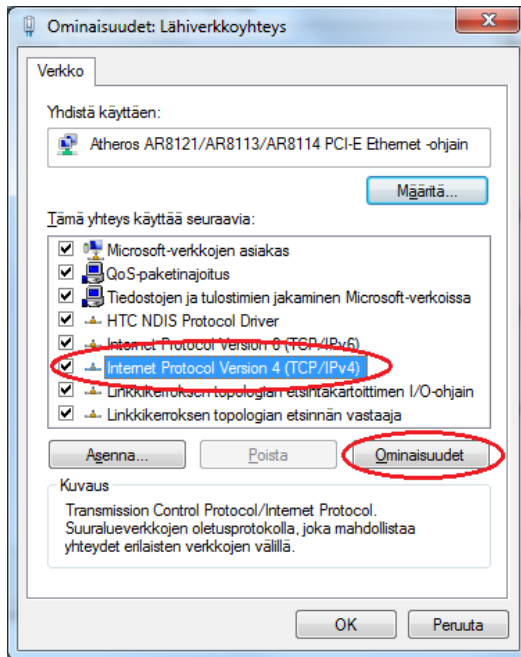
Kuva 2: View your active networks

4. Avautuvasta ponnahdusikkunasta valitaan **Ominaisuudet** (Properties)



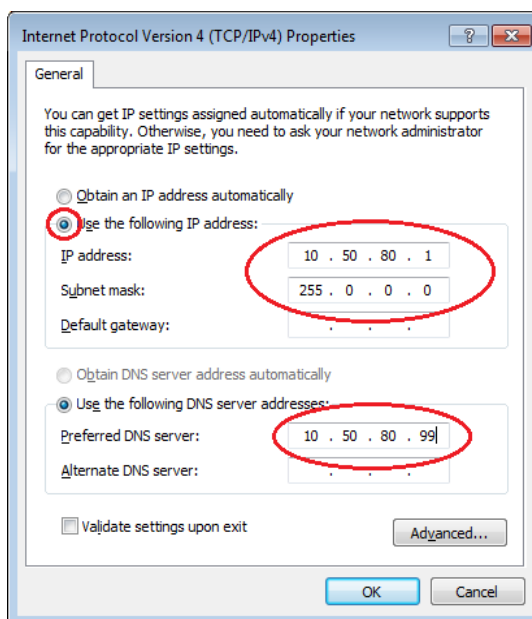
Kuva 3: Verkkoyhteysasetukset 1/3

5. Seuraavasta avautuvasta ponnahdusikkunasta valitaan klikkaamalla **Internet Protocol Version 4 (TCP/IPv4)**
6. Valinnan ollessa aktiivisena painetaan **Ominaisuudet** (Properties) painiketta



Kuva 4: Verkkoyhteysasetukset 2/3

7. IPv4 asetuksiin muutetaan tietokone käyttämään IP-osoitetta, joka on samassa aliverkossa kuin MPM laitteessa oleva oletus-IP. Valitse **Use the following IP address**. Valitse **Use the following DNS server addresses** valinta muuttuu samalla automaattisesti aktiiviseksi.



Kuva 5: Verkkoyhteysasetukset 3/3

Täytettävät arvot:

IP address: 10.50.80.1

Subnet mask: 255.0.0.0

Preferred DNS server: 10.50.80.99.

3.3 Sisäänkirjautuminen Building Expert käyttöliittymään

Building Expert ohjelmistolla tarkoitetaan käyttöliittymää, jonka avulla MPM laitteen tietokannan luominen ja ylläpito tapahtuu.

Avaa Firefox selain (17 tai uudempi) ja kirjoita osoiteriville: <http://10.50.80.3/>

Building Expert avautuu.

Oletuksena käyttätunnus ja salasana ovat:

User Name: **admin**

Password: **admin**

license agreement.' and the Schneider Electric logo on the right." data-bbox="118 410 906 803"/>

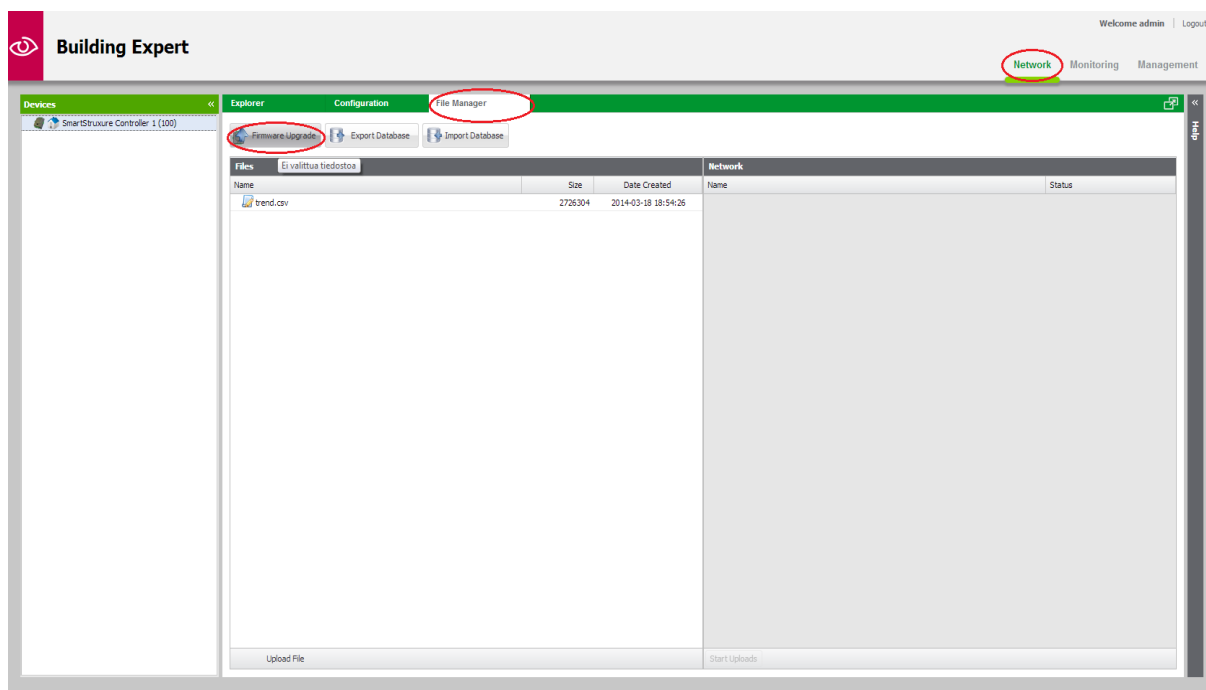
Kuva 6: Building Expertin kirjautuminen

3.4 MPM laitteen ohjelmistoversion päivittäminen

Uutta laitetta käyttöön otettaessa tulee Building Expert päivittää uusimpaan versioonsa.

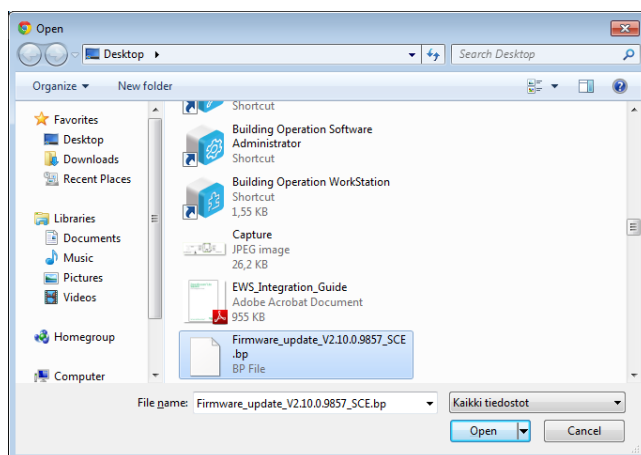
Uusimman ohjelmistoversion .bp muotoisena voit ladata täältä: [Linkki](#)

1. Valitse oikealta ylhäältä **Network**
2. Valitse keskeltä ylhäältä **File Manager**
3. Valitse tämän alta **Firmware Upgrade**



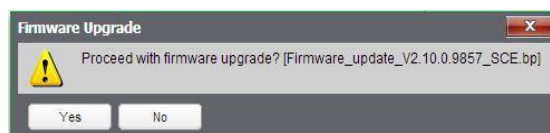
Kuva 7: Ohjelmistopäivitys

4. Hae tämän jälkeen päivitystiedosto aktiiviseksi kansioista, johon tallensit sen ja valitse **Open**



Kuva 8: Tiedoston tuominen

Esimerkiksi järjestelmäversio 2.10
päivitystiedoston nimi on:
Firmware_update_V2.10.0.9857_SCE.bp



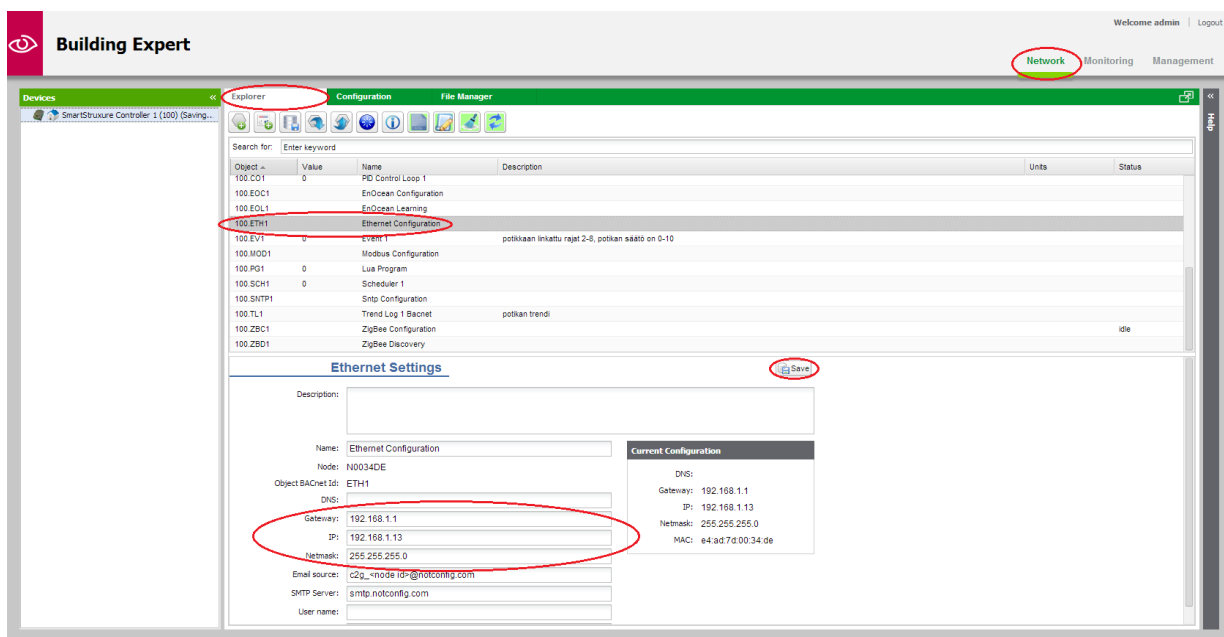
Kuva 9: Päivityksen hyväksyminen

5. Hyväksy päivitys painamalla **Yes**

3.5 MPM laitteen IP-osoitteen muuttaminen

Oletuksena oleva IP-osoite tulee vaihtaa jos laitetta aiotaan käyttää verkossa, jossa on mukana kytkin tai reititin. Tai jos aiotaan kytkeä kaksi SmartStruxure-Lite laitetta samaan lähiverkkoon. Jokaisella laitteella tulee tällöin olla yksilöllinen IP-osoite. IP-osoite muutetaan Building expertin avulla.

1. Valitse oikealta ylhäältä **Network**
2. Valitse keskeltä ylhäältä **Explorer**
3. Valitse aktiiviseksi **Ethernet Configuration**
4. Muuta IP-osoitteen, aliverkon peiteen ja gatewayn arvot halutuiksi
5. Tallenna muutokset **Save** painikkeella



Kuva 10: Ethernet configuration

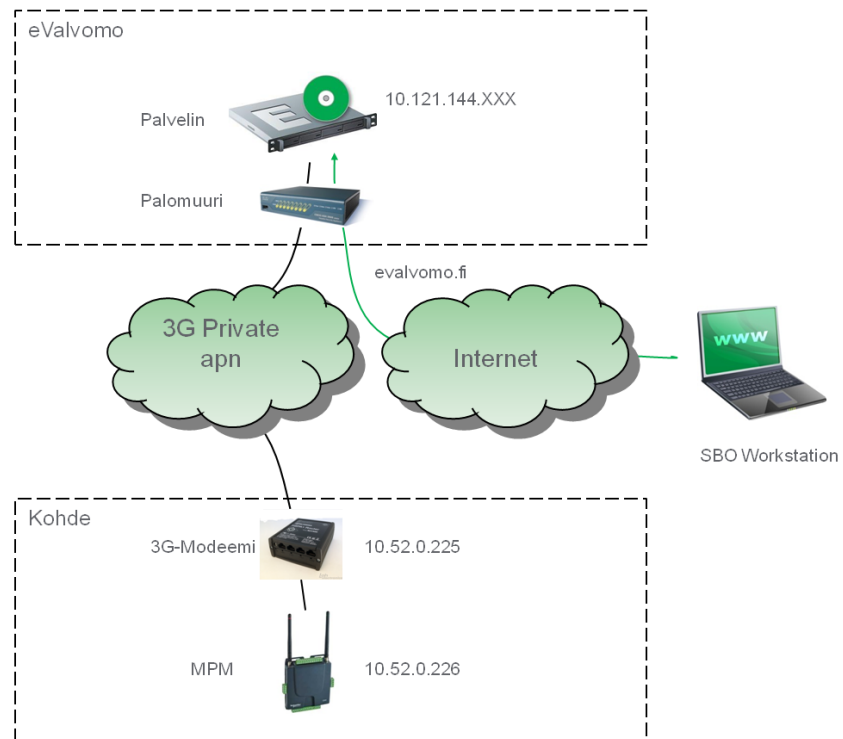
IP-osoitteen vaihtamisen jälkeen Building Expert ilmoittaa ettei sillä ole enää yhteyttä MPM laitteeseen. Uuden IP-osoitteen aktivoituminen saattaa kestää kymmeniä sekunteja.

Jos laitteen IP-osoite muutettiin nyt eri aliverkkoon kuin mihin tietokone muutettiin ohjeen luvussa 3.2, tulee tietokoneen IP-osoite ja verkkoasetukset nyt muuttua uudelleen samaan aliverkkoon, jossa MPM nyt on. Reititintä käytettäessä tämä tarkoittaa yleensä sitä, että luvussa 3.2 kohdassa 7 olevasta valinnasta aktivoidaan **Obtain IP address automatically**. Seuraavalla sivulla oleva verkkoympäristöesimerkki selventää tilannetta

Kirjautuminen Building Expert käyttöliittymään tapahtuu nyt tämän ohjeen kohdan 3.3 mukaisesti, mutta osoiteriville tulee juuri muuttamasi IP-osoite.

4. Verkkoympäristöesimerkit

Verkkoympäristömalli – 3G

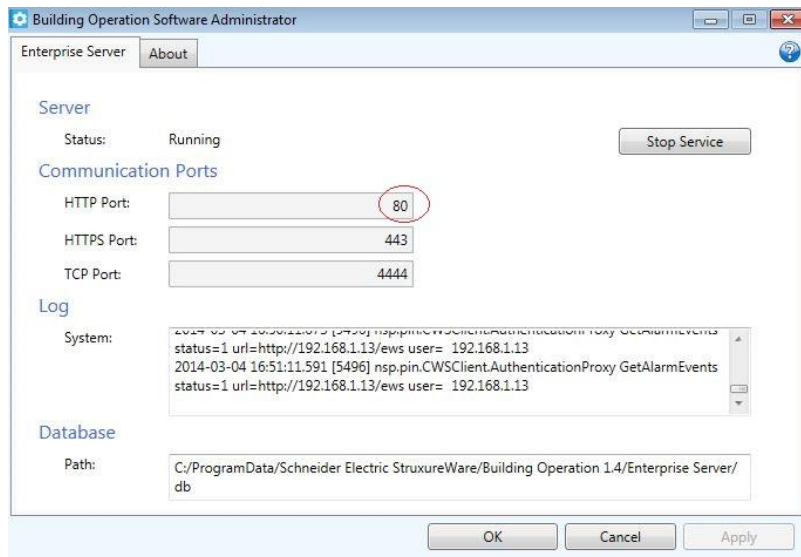


Kuva 11: Verkkoympäristöesimerkki, 3G

5. Ennen liitoksen aloitusta

5.1 Software Administratorin portin tarkistus

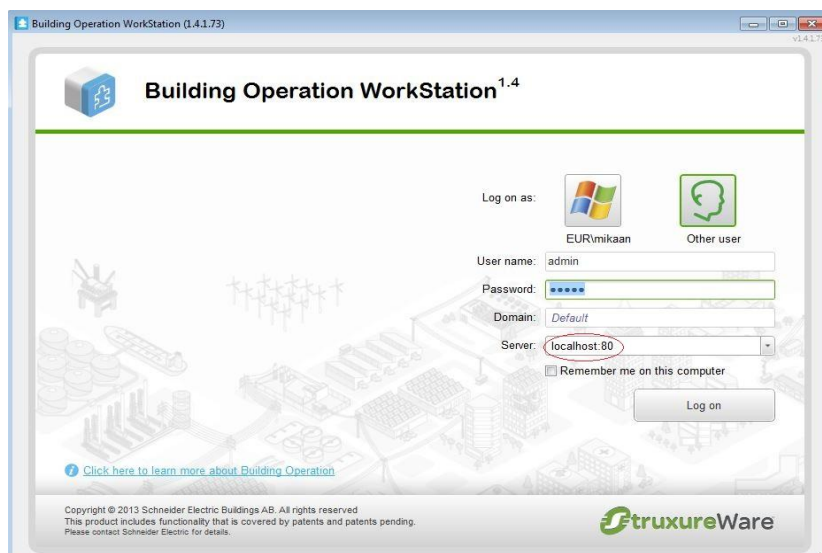
Avaa Building Operation Software Administrator ja varmistu että HTTP portti **80** on käytössä. Jos arvoa tulee muuttaa täytyy palvelu lopettaa **Stop Service** painikkeen avulla. Muutoksen jälkeen Workstation tulee käynnistää uudelleen.



Kuva 12: Software administratorin näkymä

5.2 Workstation kirjautuminen

Building Operation Workstation kirjautuminen omalla koneella tapahtuu **Other User** valinnan avulla.



Kuva 13: Workstation kirjautuminen

Oletuksena:

User name: **admin**

Password: **admin**

Server: **localhost:80**

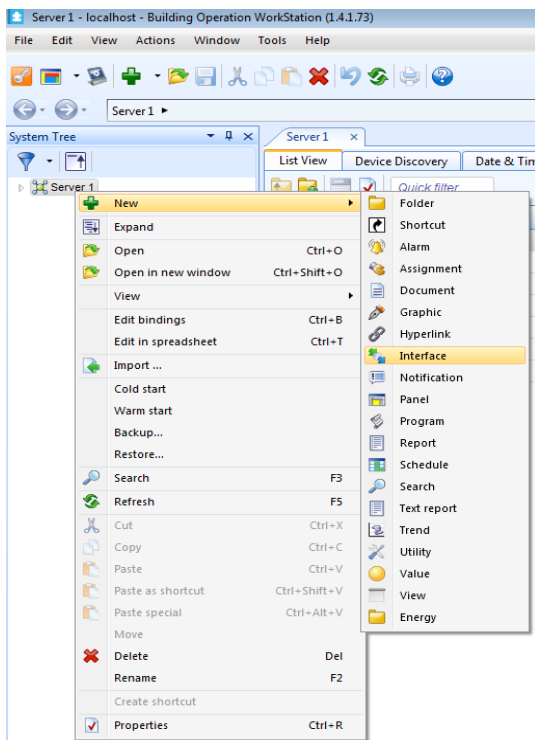
Portin tulee olla sama, joka edellä määritettiin Software Administratoriin

6. EWS-rajapinta

EWS-rajapinta on MPM laitteeseen asennettuna jo valmiiksi ja siihen ei voi itse tehdä muutoksia. Liitos tapahtuu kokonaisuudessaan StruxureWare Building Operation Workstationin kautta.

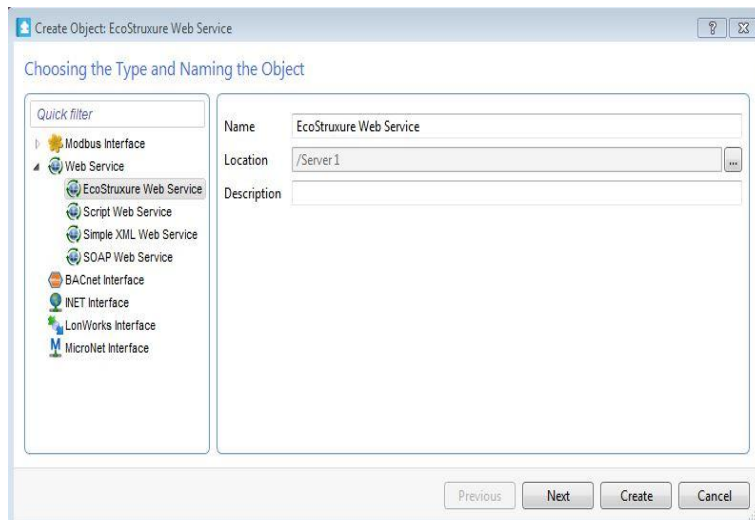
6.1 EWS-rajapinnan luominen

1. Valitse puustosta juuriolio, tässä esimerkissä **Server 1** hiiren oikealla
2. Seuraa polkua **New → Interface**



Kuva 14: Rajapinnan olion polku

- Laajenna vasemmalta **Web Service** ja valitse tämän alta **Ecostruxure Web Service**. Jatka valitsemalla **Next**.



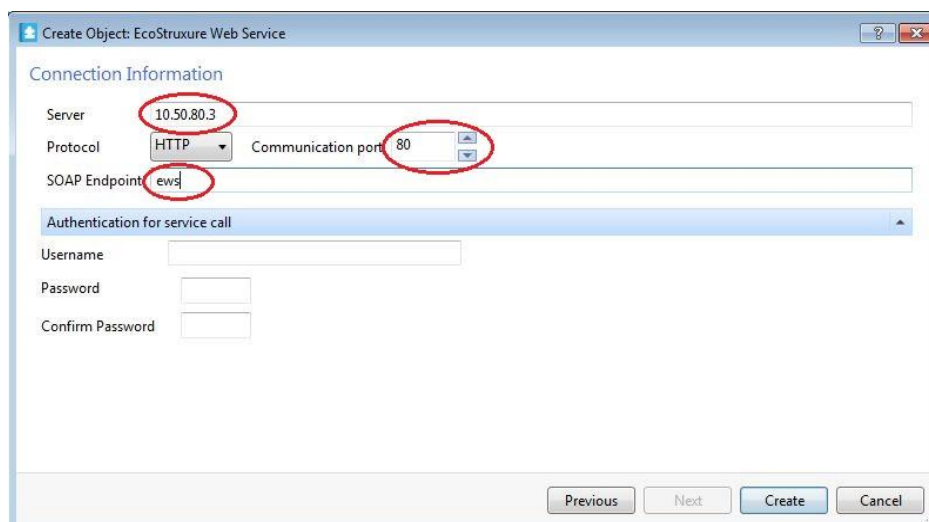
Kuva 15: EWS-Rajapinnan luominen

- Aseta valikkoon seuraavat arvot:

Server: **10.50.80.3** (tai MPM:n nykyinen IP-osoite jos sitä on muutettu)

Communication port: **80**

Soap Endpoint: **ews** (pienellä kirjoitettuna)



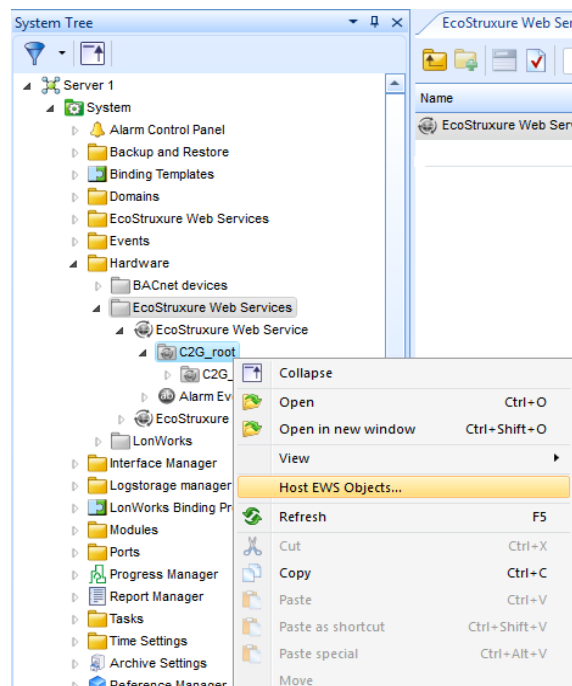
Kuva 16: EWS interfacen luonti, Sivu 2

- Luo rajapinta **Create** painikkeella

6.2 MPM:n liittäminen EWS-rajapintaan

Liitoksen aloitus.

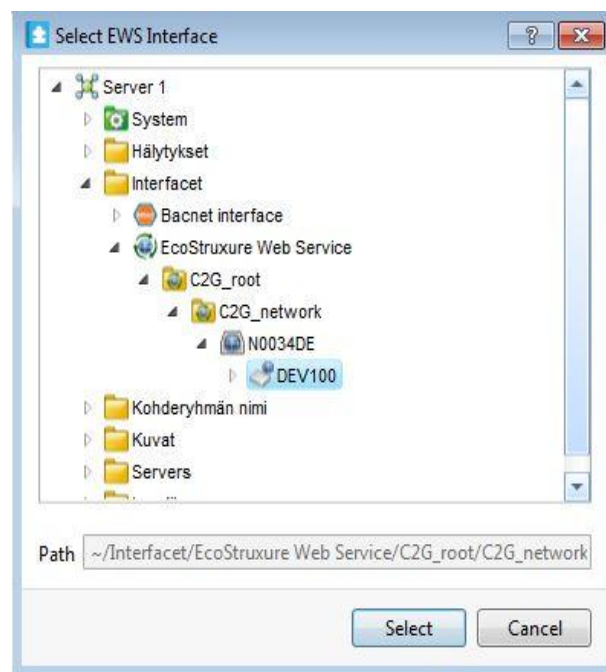
1. Laajenna järjestelmäpuustosta **Server 1**
2. Laajenna tämän alta **System**
3. Laajenna **Hardware**
4. Laajenna **Ecostruxure Web Service**
5. Klikkaa oikealla **C2G_root**
6. Valitse **Host EWS Objects...**



Kuva 17: Puustorakenne

Avautuu Select EWS Interface ikkuna.

1. Laajenna ponnahdusikkunan puustosta juuri luomasi **EcoStruxure Web Service**-rajapinta
2. Laajenna **G2G_root**
3. Laajenna **G2G_Network**
4. Laajenna **(EWS verkon numero)**
5. Valitse **(Laitteen Nimi)** aktiiviseksi
6. Klikkaa **Select**



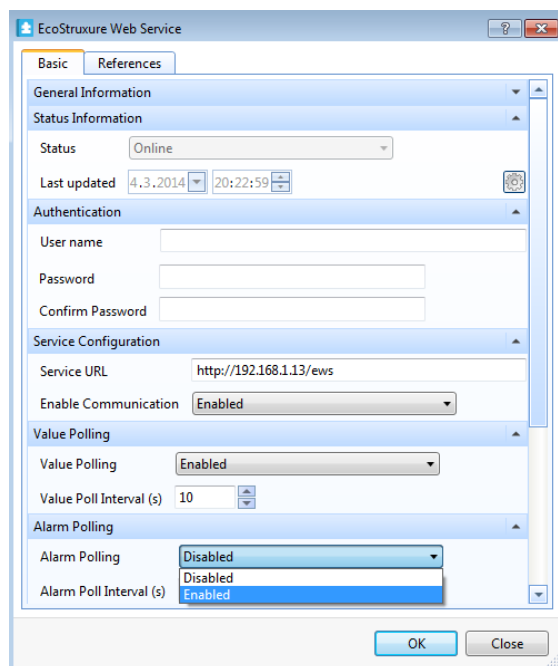
Kuva 18: Laitteen valinta

Tämän toimenpiteen avulla kaikki MPM laitteissa tällä hetkellä olleet pisteet on siirretty Workstationin käyttöön. Jos MPM:n tietokantaan tehdään muutoksia, tulee ohjeen luku 6.2 eli objektien tuonti suorittaa uudelleen.

6.3 EWS-rajapinnan asetukset

Uuden rajapinnan asetusmuutokset

1. Valitse luomasi **Ecostruxure Web Service** puustosta hiiren oikealla ja avaa **Properties**.
2. Muuta Alarm polling **Enabled** asentoon
3. Etene valitsemalla **OK**



Kuva 19: EWS-rajapinnan asetukset

6.4 Hälytykset EWS-rajapinnalla

MPM laitteen Building Expertillä ei pysty luomaan hälytyspisteitä, jotka SmartStruxure tunnistaisi hälytyksiksi. Hälytyspisteet luodaan Workstationilla ja linkitetään MPM pisteiden raja-arvoihin.

6.5 Aikaohjelmat EWS-Rajapinnalla

MPM laitteen Building Expertillä luotuja aikaohjelmia ei ole mahdollistaa tuoda valvomoon. Aikaohjelmat suositellaan luomaan suoraan Workstationilla.

6.6 Trendit EWS-rajapinnalla

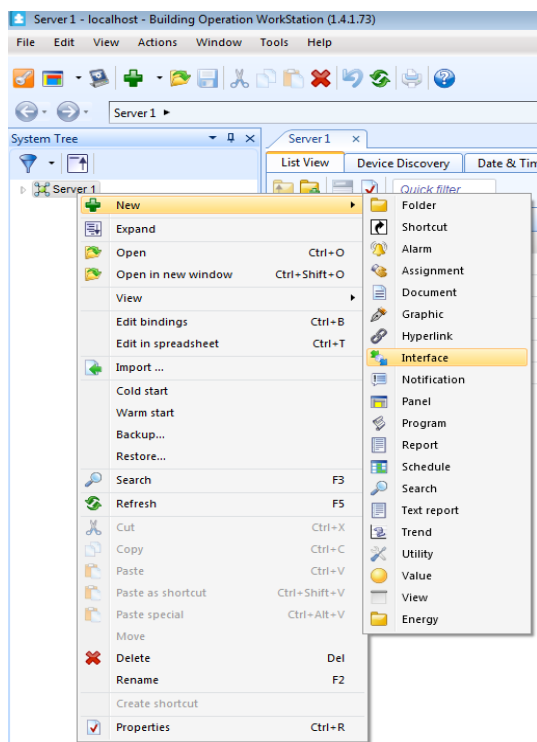
Trendit voidaan luoda suoraan MPM laitteeseen, mutta niitä ei voida siirtää sieltä Valvomon käyttöön. Jos trenditietoa halutaan käyttää Valvomossa on trendiolio tehtävä Workstationilla ja linkitettävä seurattavaan arvoon.

7. BACnet/IP-rajapinta

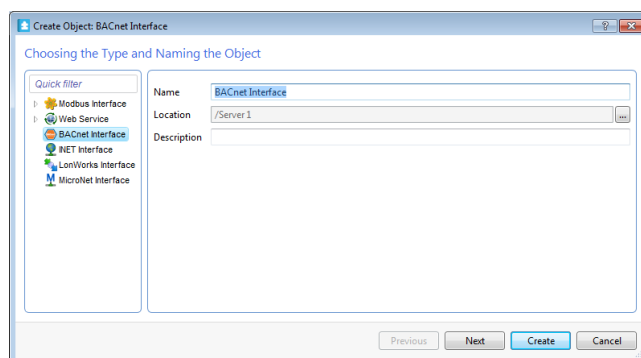
BACnet/IP rajapintaa voidaan käyttää StruxureWare Building operationissa kahdella eri tavalla. Joko suoraan MPM laitteen BACnet-laitteena tunnistuen tai luomalla ensin BBMD-apuolion Workstationiin, joka linkitetään laitteeseen. BACnet/IP-protollan toimintatavasta johtuen BBMD tulee aina luoda jos laitteet ovat eri verkoissa. Koska järjestelmä on tarkoitettu tämän ohjeen avulla liittämään eValvomon palvelimelle käsitellään tässä BBMD:tä käytävä liitostapa.

7.1 BACNet/IP-rajapinnan luominen Workstationiin

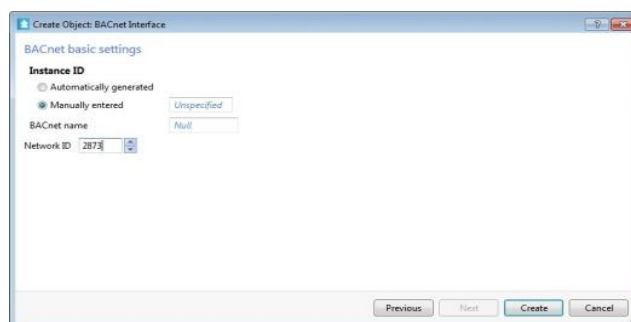
1. Kirjaudu Workstationiin tämän ohjeen luvun 5.2 mukaisesti
2. Valitse puustosta **Server 1** hiiren oikealla painikkeella
3. Seuraa polkua **New → Interface**



Kuva 20: Rajapinnan olion polku



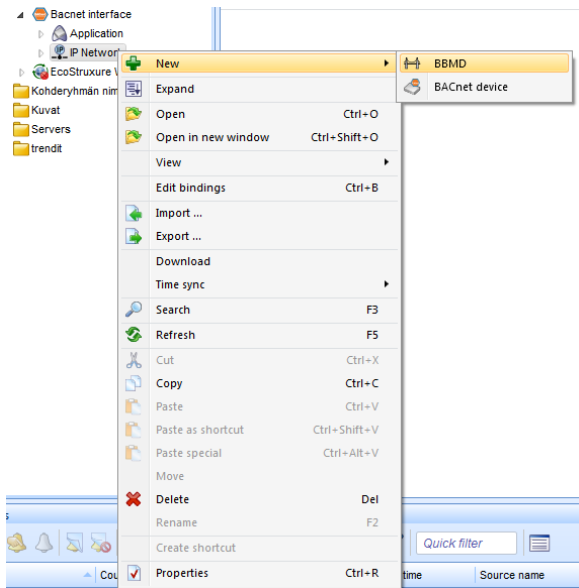
Kuva 21: Rajapinnan luonti



Kuva 22: Network ID

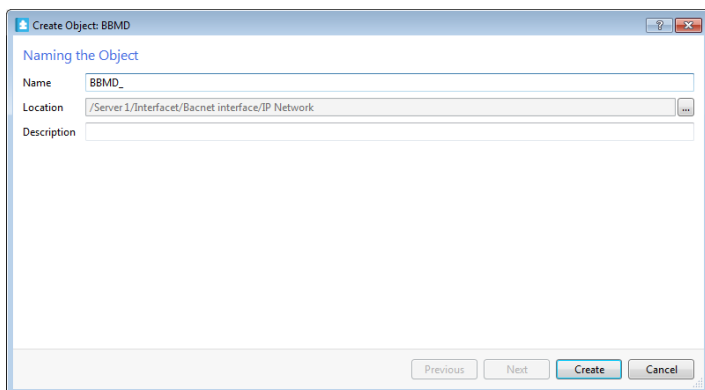
4. Valitse avautuvasta ponnahdusikkunasta **BACnet Interface**
5. Valitse **Next**
6. Valitse uudesta ikkunasta **Manually entered Network ID**
7. Anna Network ID: arvoksi esimerkiksi **2873** ja valitse **Create**

8. Valitse puustosta luomasi **BACnet Interface** ja laajenna se. Alla näkyy nyt **Application** ja **IP Network** oliot.
9. Valitse **IP Network** hiiren oikealla painikkeella ja seuraa polkua **New → BBMD**



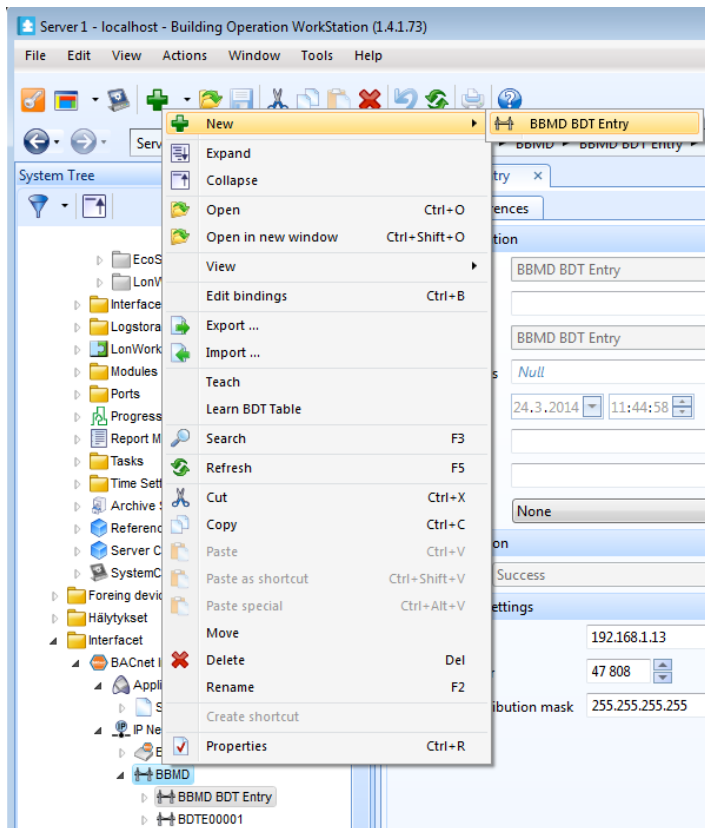
Kuva 23: BACnet interface puustossa

10. Luo BBMD valitsemalla **Create** avautuvasta ponnahdusikkunasta



Kuva 24: Luo BBMD

11. Valitse luomasi **BBMD** olio hiiren oikealla ja seuraa polkua **New → BBMD BDT Entry**



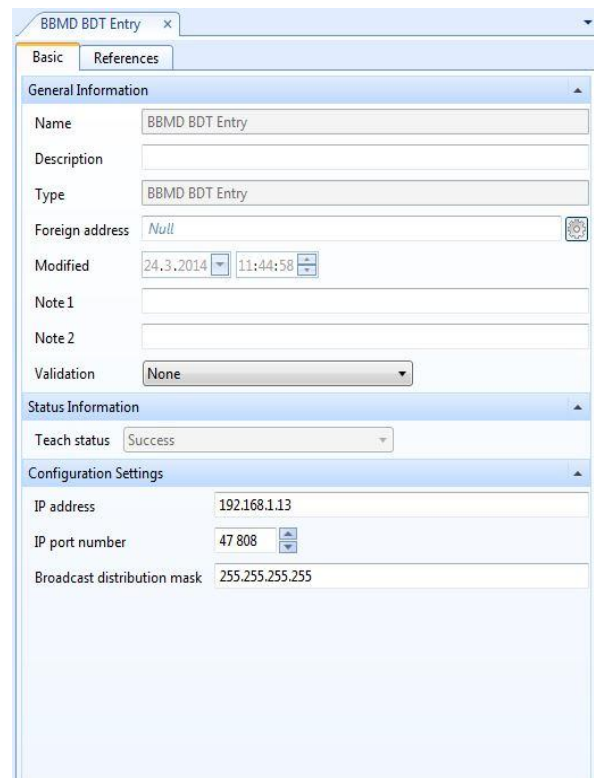
Kuva 25: Luo BBMD BDT Entry

12. Valitse luomasi **BBMD BDT Entry**

13. Täytä seuraavat arvot asetuksiin

IP address: (ES:n näkemä MPM:n IP-osoite)

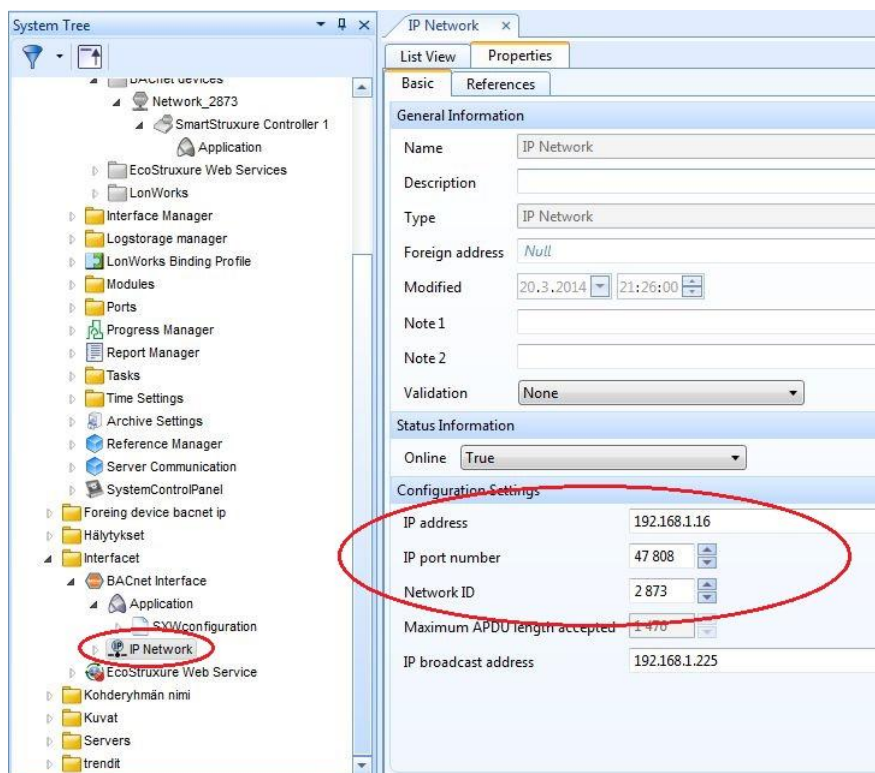
IP port number: 47808 (oletus)



Kuva 26: BBMD BDT Entry asetukset

14. Laajenna puustosta vielä lopuksi **Bacnet Interface**

15. Valitse **IP Network**



Kuva 27: IP Network Configuration Settings

16. Merkitse itsellesi ylös IP Network osiosta tiedot **IP address**, **IP port number** ja **Network ID**. Näitä tietoja tarvitaan seuraavassa vaiheessa Building Expertillä MPM laitetta BBMD olioon liitettäessä.

7.2 MPM:n liitos Building Expertillä BBMD olioon

1. Kirjaudu Building Expertiin tämän ohjeen luvun 3.3 mukaisesti
2. Valitse oikealta ylhäältä **Network**
3. Valitse keskeltä ylhäältä **Explorer**
4. Valitse aktiiviseksi luettelosta **BACnet Configuration**
5. Varmistu, että valittu **Protocol** on: **BACnet/IP**
6. Valitse oikealta **Enable Foreign Registration** päälle

Valinta avaa **Register as a Foreign Device** valikon.

Ennen rekisteröintiä Registration Status näyttää viestiä Not registered, tämä on normaalia.

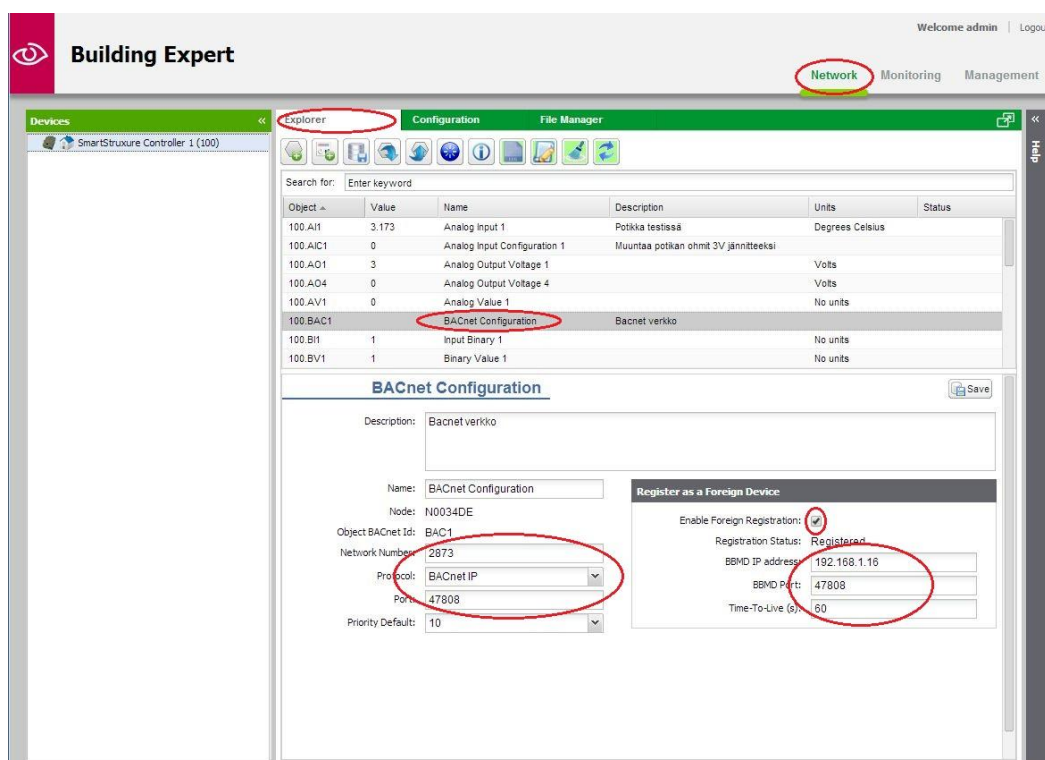
Täytettävät arvot:

Network number: **2873** (tai arvo, joka luvussa 7.1 rajapintaa luodessa valittin)

BBMD IP address: (Arvo, joka on Workstationin IP Network asetuksissa oli kentässä IP address)

BBMD Port: (Arvo, joka on Workstationin IP Network asetuksissa oli kentässä IP port number)

Time-To-Live (s): **60**



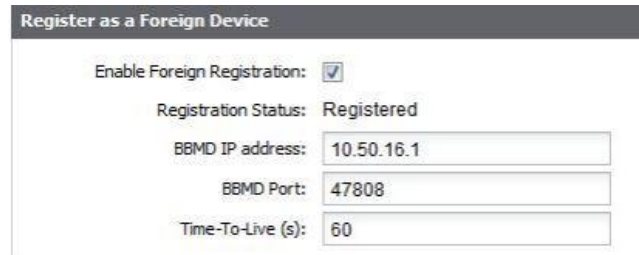
Kuva 28: Register as Foreign Device

7. Valitse **Save**

Valittuasi **Save** tulee jokin seuraavista **Registration Status** ilmoituksista:

a. Registered

Rekisteröinti onnistui ja MPM on nyt linkitetty BBMD olioon.



The screenshot shows the 'Register as a Foreign Device' window. The 'Enable Foreign Registration' checkbox is checked. The 'Registration Status' is 'Registered'. The 'BBMD IP address' is '10.50.16.1', the 'BBMD Port' is '47808', and the 'Time-To-Live (s)' is '60'.

Kuva 29: Registered

b. Not registered (-1)

IP-osoite, johon yrität MPM laitetta linkittää ei ole oikea. Tarkista IP-osoite ja yritä tallentaa uudelleen.



The screenshot shows the 'Register as a Foreign Device' window. The 'Enable Foreign Registration' checkbox is checked. The 'Registration Status' is 'Not registered (-1)'. The 'BBMD IP address' is '10.50.16.80', the 'BBMD Port' is '47808', and the 'Time-To-Live (s)' is '60'.

Kuva 30: Not Registered

c. Registration refused

IP-osoite, johon yrität MPM laitetta linkittää on oikea, mutta valvomossa ei ole BBMD oliota luotuna. Katso ohjeen luku 7.1 ja varmistu että olio on luotu oikein.



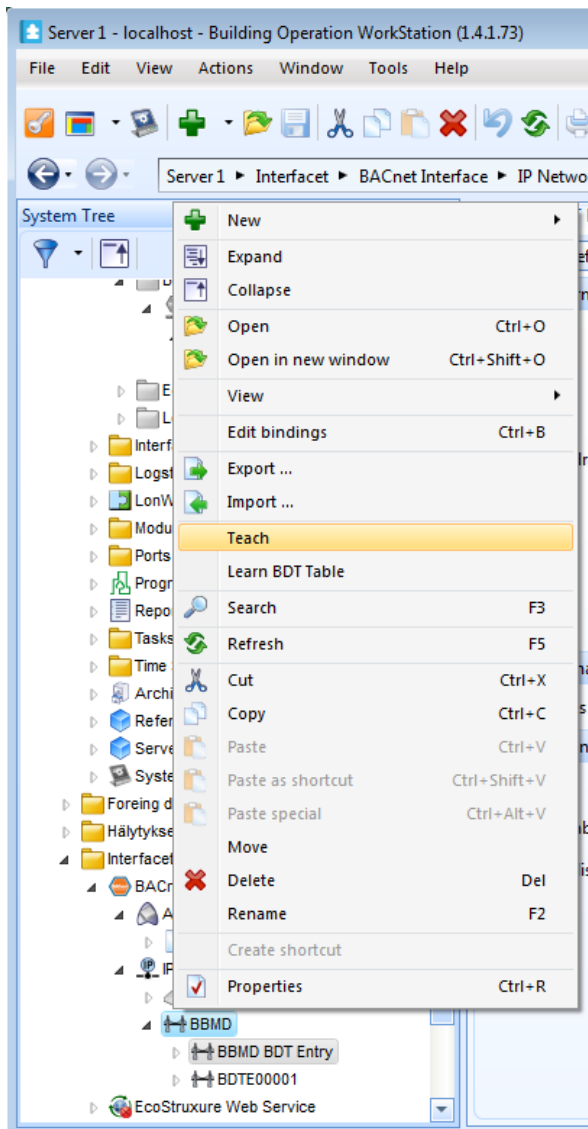
The screenshot shows the 'Register as a Foreign Device' window. The 'Enable Foreign Registration' checkbox is checked. The 'Registration Status' is 'Registration refused'. The 'BBMD IP address' is '10.50.16.1', the 'BBMD Port' is '47808', and the 'Time-To-Live (s)' is '60'.

Kuva 31: Registration refused

7.3 BACNet/IP pisteiden tuonti valvomoon

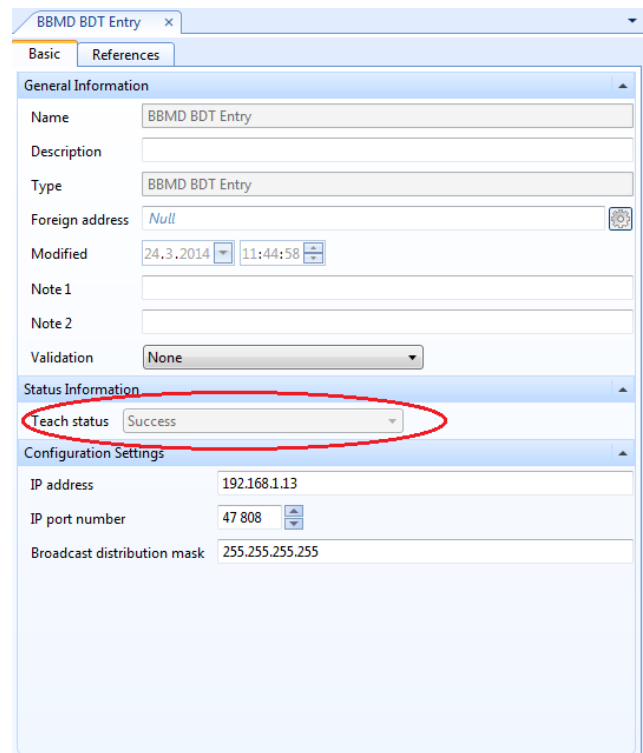
Tähän mennessä on luotuna BACNet/IP rajapinta ja BBMD olio. MPM on Building Expertillä linkitetty BBMD oloon. Nyt aluksi tarkistetaan linkitys ja sen jälkeen tuodaan pisteet valvomoon.

1. Valitse **BBMD** olio hiiren oikealla
2. Valitse **Teach** komento



Kuva 32: Teach komento

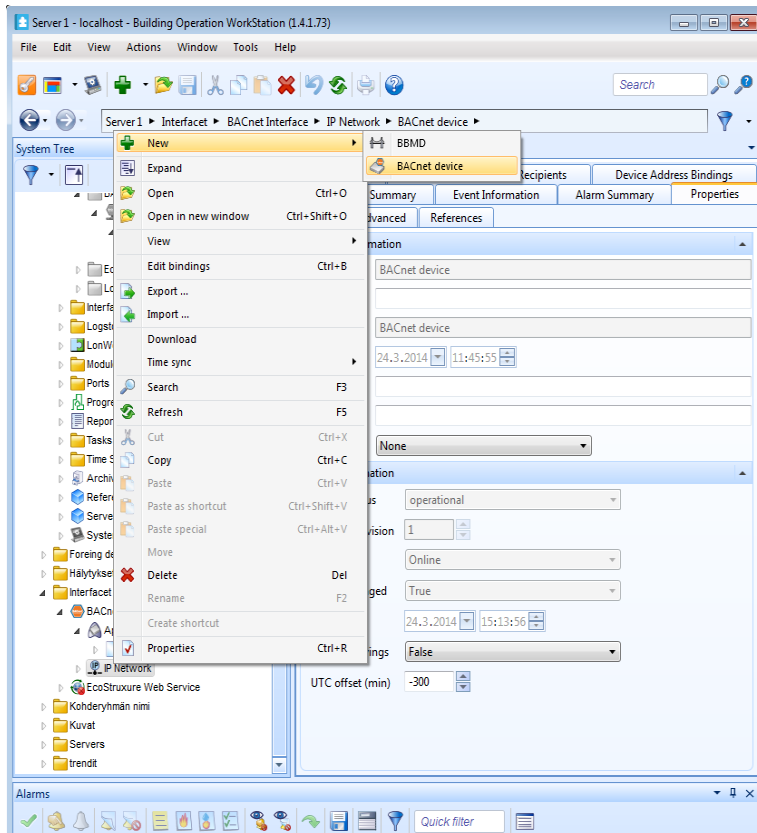
3. Laajenna nyt **BBMD** olio
4. Valitse **BBMD BDT Entry**
5. Tarkista, että **Teach status** on **Success**



Kuva 33: Teach status

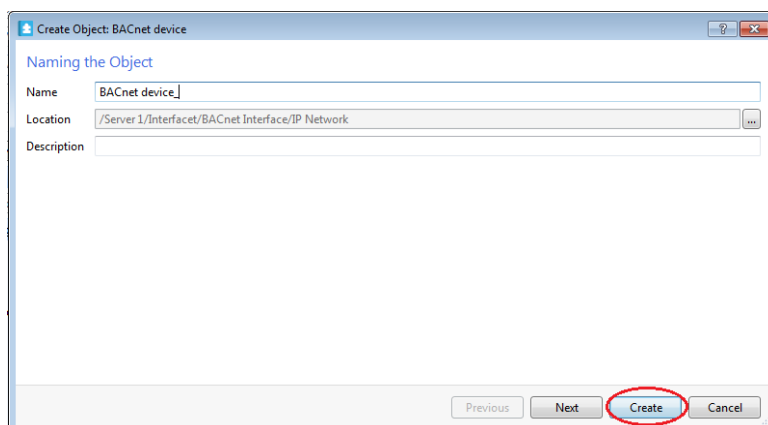
Pisteiden tuonti:

1. Valitse hiiren oikealla **IP Network**
2. Seuraa polkua **New → BACnet device**



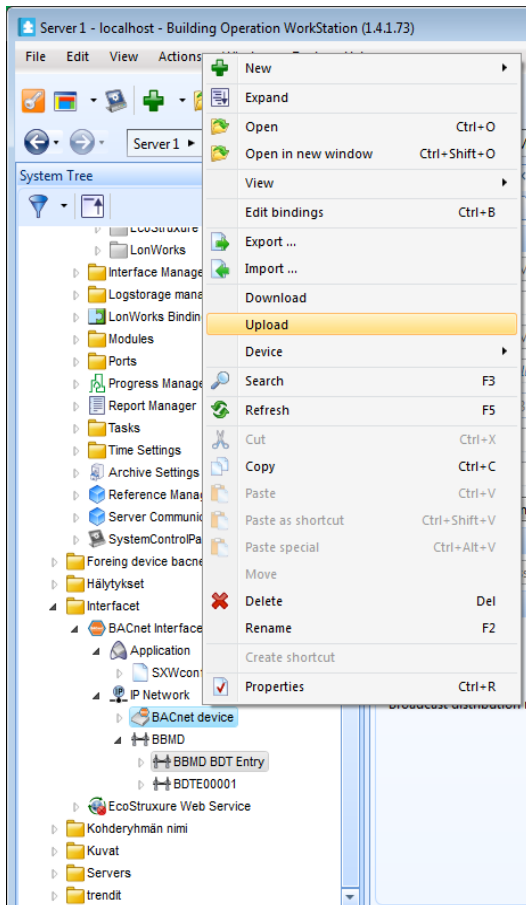
Kuva 34: Uusi BACnet laite

3. Asetukset oletuksina valitse **Create** avautuvasta ponnahdusikkunasta



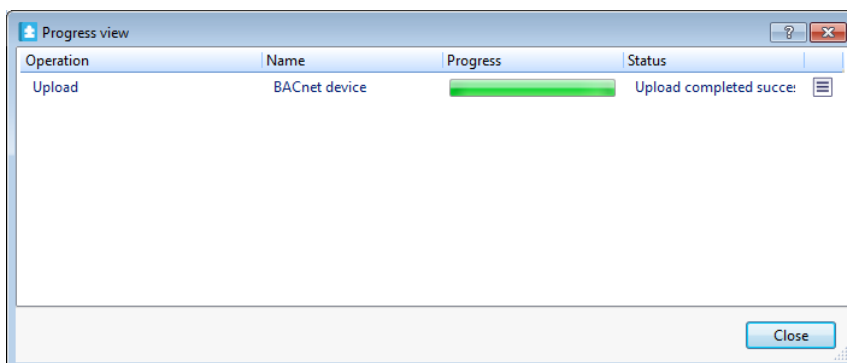
Kuva 35: Uusi BACnet laite ponnahdusikkuna

4. Valitse luomasi **BACnet device** hiiren oikealla
5. Valitse **Upload** komento



Kuva 36: Upload komento

6. Varmistu, että **Upload status** on latauksen loputtua **Upload completed succesfully**



Kuva 37: Upload status

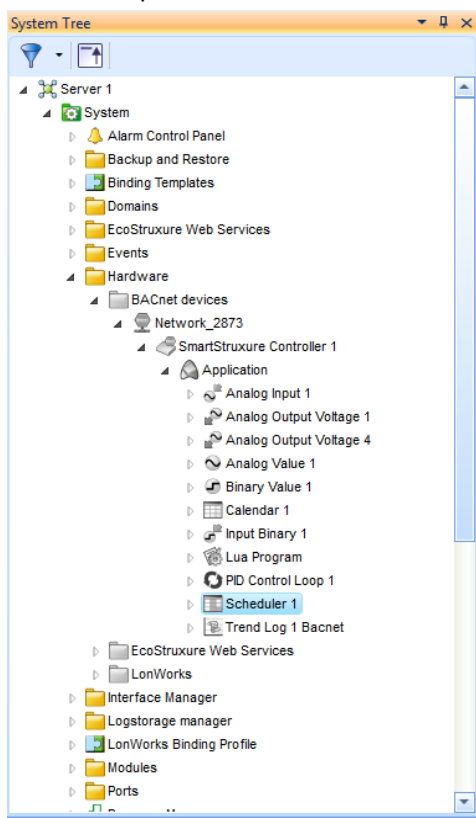
Pisteet ovat nyt käytettävissä ja **BACnet device** alla. Muutosten yhteydessä tulee pisteiden lataus suorittaa aina uudelleen **Upload** komentoa käyttämällä.

7.4 Hälytykset BACNet/IP-rajapinnalla

MPM laitteen Building Expertissä ei ole pisteitä, jotka Valvomo tunnistaisi hälytyksiksi. Workstationiin luodaan hälytyspisteet, joihin MPM pisteiden raja-arvoja linkitetään.

7.5 Aikaohjelmat Bacnet/IP-rajapinnalla

Aikaohjelmat voidaan luoda Building Expertillä Scheduler toiminnolla, mutta tämä ei siirry suoraan Workstationiin käyttöön **Upload** komennolla. **Schedule** oliot tulee erikseen raahata **Hardware** kansioista haluttuun paikkaan.



Kuva 38: Scheduler raahaus

7.6 Trendit Bacnet/IP-rajapinnalla

Trendit voi luoda suoraan Building Expertillä ja ne siirtyvät normaalisti olioina valvomoon **Upload** komennon avulla.